

Міністерство освіти і науки України
Харківська національна академія міського господарства

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт
з дисципліни

«Двигуни внутрішнього згоряння»

(для студентів 4 курсу усіх форм навчання
за напрямом підготовки 6.050702 – «Електромеханіка»)

ХАРКІВ ХНАМГ 2008

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Двигуни внутрішнього згоряння» (для студентів 4 курсу усіх форм навчання за напрямом підготовки 6.050702 – «Електромеханіка») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Далека В.Х., Зубенко Д.Ю. – Х.: ХНАМГ, 2008. – 59 с.

Укладачі: В.Х. Далека,
Д.Ю. Зубенко

Рецензент: А.В. Коваленко – доцент, кандидат технічних наук. (кафедра «Електричний транспорт»).

Рекомендовано кафедрою Електричного транспорту,
протокол № 9 від 7 грудня 2007 р.

§ 1.1. ЗАГАЛЬНА БУДОВА Й РОБОЧИЙ ЦИКЛ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Двигун внутрішнього згоряння — це тепловий двигун, усередині якого відбуваються спалювання палива й перетворення частини теплоти, що виділилася, на механічну роботу.

Двигуни внутрішнього згоряння бувають:

- *поршневі*, в яких увесь робочий процес здійснюється в циліндрах;
- *безпоршневі*, наприклад газотурбінні, в яких робочий процес послідовно здійснюється у повітряному компресорі, камері згоряння та газовій турбіні.

На переважній більшості сучасних автомобілів установлюють поршневі двигуни внутрішнього згоряння (Термін «двигун внутрішнього згоряння» застосовують переважно до поршневих двигунів).

За способом сумішоутворення й запалювання палива автомобільні поршневі двигуни поділяються на дві групи:

- із зовнішнім сумішоутворенням і примусовим займанням палива від електричної іскри (*карбюраторні й газові*);
- із внутрішнім сумішоутворенням і займанням палива від стикання з повітрям, нагрітим унаслідок його сильного стискання в циліндрі (*дизелі*).

Двигун внутрішнього згоряння складається з таких механізмів і систем: ♦ кривошипно-шатунного механізму; ♦ механізму газорозподілу; ♦ системи охолодження; ♦ системи мащення; ♦ системи живлення; ♦ системи запалювання (тільки в карбюраторних двигунах).

Кривошипно-шатунний механізм слугує для перетворення зворотно-поступального руху поршня на обертальний рух колінчастого вала.

Механізм газорозподілу забезпечує своєчасне заповнення циліндрів пальною сумішшю (або повітрям) і видалення з них відпрацьованих газів.

Система охолодження призначається для підтримання оптимального теплового режиму двигуна.

Система мащення забезпечує змащування тертьових поверхонь двигуна, подачу до них мастила, часткове охолодження їх, видалення продуктів спрацювання та очищення мастила.

Система живлення карбюраторного двигуна слугує для очищення палива й повітря, приготування пальної суміші, подача її до циліндрів та видалення продуктів згоряння.

Система живлення дизеля забезпечує очищення повітря й палива, вприскування палива в циліндр під високим тиском у дрібнорозпиленому вигляді та видалення продуктів згоряння.

Система запалювання забезпечує займання пальної суміші в циліндрах карбюраторного двигуна й містить джерело електричної енергії та перетворювач низької напруги системи електрозабезпечення автомобіля на високу напругу свічки запалювання, іскра від якої запалює пальну суміш у циліндрі двигуна в потрібний момент.

Поршневий двигун (Рис. 1.1, а) складається з циліндра 5 і картера 6, який знизу закритий піддоном 9. Усередині циліндра переміщується поршень 4 з компресійними (ущільнювальними) кільцями 2, що має форму стакану з

днищем у верхній частині. Поршень через поршневий палець 3 та шатун 14 зв'язаний із колінчастим валом 8, що обертається в корінних підшипниках, розташованих у картері. Колінчастий вал складається з корінних шийок 13, щік 10 і шатунної шийки 11. Циліндр, поршень, шатун і колінчастий вал утворюють кривошипно-шатунний механізм, який перетворює зворотно-поступальний рух поршня на обертальний рух колінчастого вала (Рис. 1.1, б).

Зверху циліндр 5 накрито головкою 1 із клапанами 15 і 17, відкриття й закриття яких точно узгоджуються з обертанням колінчастого вала, а отже, і з переміщенням поршня.

Верхнє крайнє положення поршня в циліндрі, в якому його швидкість дорівнює нулю (Рис. 1.1, б), називається *верхньою мертвою точкою (ВМТ)*, нижнє крайнє положення — *нижньою мертвою точкою (НМТ)*. Відстань, що її проходить поршень від однієї мертвої точки до іншої, називається *ходом поршня* S , а відстань між осями корінних і шатунних шийок — *радіусом кривошипа* R .

Переміщення поршня від однієї мертвої точки до іншої спричинює повертання колінчастого вала на половину оберта.

Об'єм над поршнем у положенні його у ВМТ (Рис. 1.1, а) називають *об'ємом камери згоряння* (стискання) V_c , а об'єм над поршнем, коли він перебуває у НМТ, — *повним об'ємом циліндра* V_a . Об'єм, що вивільнюється поршнем, коли той переміщується від ВМТ до НМТ, становить *робочий об'єм циліндра* (літраж) V_h л:

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4} S,$$

де D — діаметр циліндра, мм; S — хід поршня, дм.

Неважко переконатися, що $V_c + V_h = V_a$.

Робочий об'єм усіх циліндрів багатоциліндрового двигуна називають *літражем*. Його визначають множенням робочого об'єму одного циліндра V_h на кількість циліндрів двигуна.

Відношення повного об'єму циліндра до об'єму камери згоряння називають *ступенем стискання*: $\varepsilon = V_a/V_c$. Ступінь стискання показує, в скільки разів зменшується об'єм суміші (або повітря), що міститься в циліндрі, коли поршень переміщується від НМТ до ВМТ. У карбюраторних двигунах, які працюють на бензині, ступінь стискання становить 10...14, у дизелях — 14...21.

Ступінь стискання — один із найважливіших параметрів двигуна, оскільки істотно впливає на його економічність і потужність: із збільшенням ступеня стискання двигуна його економічність і потужність підвищуються. За цим показником дизелі економічніші, ніж карбюраторні й газові двигуни. Крім того, вони споживають нафтові палива дешевших сортів, пожежобезпечніші й мають великий ресурс до капітального ремонту (400...800 тис. км пробігу автомобіля). Проте дизелі дорожчі у виробництві й мають більшу масу, ніж карбюраторні та газові двигуни.

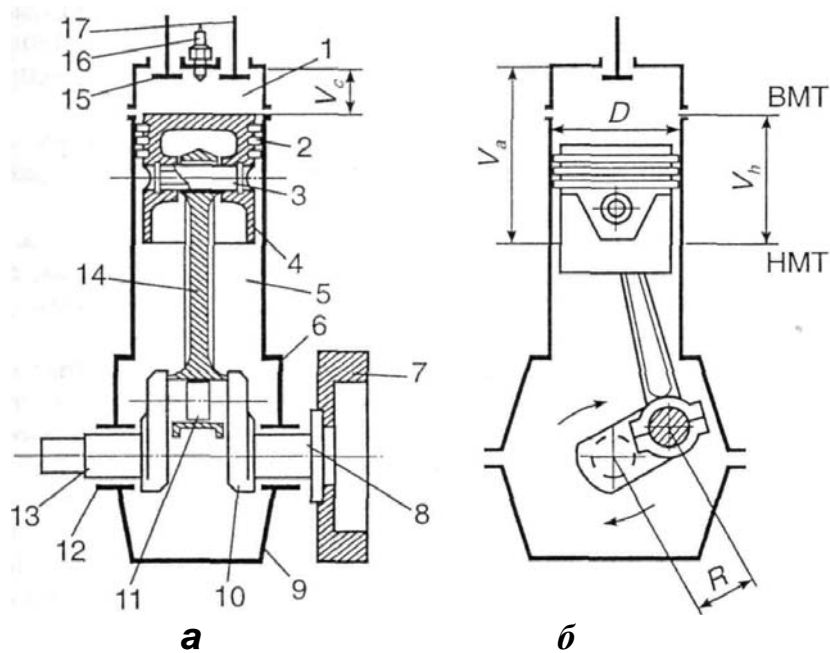


Рис. 1.1 - Схема будови поршневого двигуна внутрішнього згоряння:

a — поздовжній вигляд 1 — головка циліндра; 2 — кільце; 3 — палець; 4 — поршень; 5 — циліндр; 6 — картер; 7 — маховик; 8 — колінчастий вал; 9 — піддон; 10 — щока; 11, 13 — відповідно корінна й шатунна шийки; 12 — корінний підшипник; 14 — шатун; 15, 17 — відповідно впускний і випускний клапани; 16 — форсунка); *б* — поперечний вигляд

Робочим циклом називається сукупність процесів, що періодично повторюються в циліндрі двигуна й зумовлюють його безперервну роботу.

Процес (або процеси), який відбувається в циліндрі за один хід поршня, називається *тактом*.

Робочі цикли більшості автомобільних двигунів здійснюються за чотири ходи поршня (такти), тому ці двигуни називаються *чотиритактними*.

Під час першого такту (впускання) поршень переміщується від ВМТ до НМТ, впускний клапан відкритий, а випускний — закритий. У циліндрі створюється знижений тиск (0,08...0,09 МПа), а температура підвищується до 90... 125 °С.

На другому такті (стискання) поршень переміщується від НМТ до ВМТ, впускний і випускний клапани закриті. В циліндрі створюється підвищений тиск (1,0...1,2 МПа — в карбюраторних двигунах і 1,5...2,0 МПа — в дизелях), а температура наприкінці цього такту досягає 350...450 °С у перших і 600...700 °С в других.

На третьому такті (робочий хід) поршень переміщується від ВМТ до НМТ, клапани закриті. В карбюраторному двигуні відбувається займання робочої суміші від іскри на свічці. При цьому тиск газів досягає 3,5...4,0 МПа, а температура — 2000 °С. У дизелі наприкінці такту стискання в циліндр через форсунку під тиском 15...20 МПа впорскується дрібнорозпилене дизельне паливо. Змішуючись із розпилим повітрям, паливо займається, внаслідок чого тиск у циліндрі підвищується до 7,0...9,8 МПа, а температура досягає

1800...2000 °С. Під дією такого тиску поршень переміщується від ВМТ до НМТ.

На четвертому такті (випускання) поршень переміщується від НМТ до ВМТ, випускний клапан відкритий. Тиск знижується до 0,1 МПа.

Після закінчення четвертого такту розпочинається новий цикл.

Корисна механічна робота здійснюється двигуном тільки протягом одного такту — робочого ходу. Решта три такти — випускання, впускання, стискання — є підготовчими і здійснюються завдяки кінематичній енергії маховика, що обертається за інерцією у проміжках часу між робочими ходами. Якщо двигуни мають кілька циліндрів, які працюють у певному порядку, то підготовчі такти в одних циліндрах здійснюються завдяки енергії, що розвивається в інших циліндрах.

Сучасні автомобільні двигуни, як правило, чотири-, шести-, восьмициліндрові, рідше три-, десяти- й дванадцятициліндрові (БелАЗ). Розташування циліндрів найчастіше буває однорядним і дворядним V-подібним. Останнє дає змогу зменшити габаритні розміри двигуна порівняно з однорядним, а отже, зручніше розташувати місце водія та органи керування.

У багатоциліндровому чотиритактному двигуні за два оберти колінчастого вала (720°) відбувається стільки робочих ходів, скільки циліндрів у двигуні. З умови рівномірності обертання колінчастого вала потрібно, щоб чергування робочих ходів у різних циліндрах становило $720/i$, де i — кількість циліндрів.

Отже, в чотири-, шести- й восьмициліндрових двигунах робочі ходи мають відбуватися відповідно через 180° , 120° і 90° повороту колінчастого вала.

Показники роботи автомобільного двигуна. Потужність, що розвивається газами всередині циліндрів двигуна, називається *індикаторною*, а потужність на колінчастому валу двигуна, яка використовується для здійснення руху автомобіля, — *ефективною*.

Ефективна потужність завжди менша від індикаторної через втрату потужності на тертя й приведення в дію низки механізмів двигуна (кривошипно-шатунного, газорозподілу, вентилятора, насосів і ін.).

Ефективну потужність двигуна N_c (кВт) визначають за формулою

$$N_c = M_c n / 9570,$$

де M_c — крутний момент, Н м;

n — частота обертання колінчастого вала, хв.⁻¹.

Крутний момент і ефективна потужність тим більші, чим більший робочий об'єм двигуна й чим вищі наповнення циліндрів пальною сумішшю або повітрям та ступінь стискання.

Ефективна потужність дизеля залежить також від кількості впорскуваного палива й моменту початку вприскування, а потужність карбюраторного й газового двигунів — від складу пальної суміші та моменту її займання (іскрового розряду).

Механічним коефіцієнтом корисної дії (ККД) двигуна називають відношення ефективної потужності до індикаторної. Його значення

досягає 0,7...0,9.

Літрова потужність N_l , (кВт/л) — відношення максимальної ефективної потужності двигуна до його робочого об'єму (літражу). Підвищують літрову потужність збільшенням частоти обертання колінчастого вала та застосуванням наддування.

Питома ефективна витрата палива g_c (г/(кВт • год)) — це кількість палива в грамах, що витрачається двигуном на розвивання протягом 1 год. ефективної потужності в 1 кВт:

$$g_c = \frac{G_{\Pi}}{N_c^{10^3}}$$

Це показник економічності двигуна. В технічній характеристиці двигуна, як правило, зазначають мінімальну питому витрату палива в разі його роботи за зовнішньою швидкісною характеристикою, яка становить для дизелів 200...230 г/(кВт х год), а для карбюраторних двигунів — 265...305 г/(кВт х год).

Зовнішня швидкісна характеристика двигуна (Рис 1.2) — це графічна залежність основних показників його роботи від частоти обертання колінчастого вала за умови повної подачі палива. Цю характеристику дістають експериментально під час випробовування нового двигуна (після його обкатки).

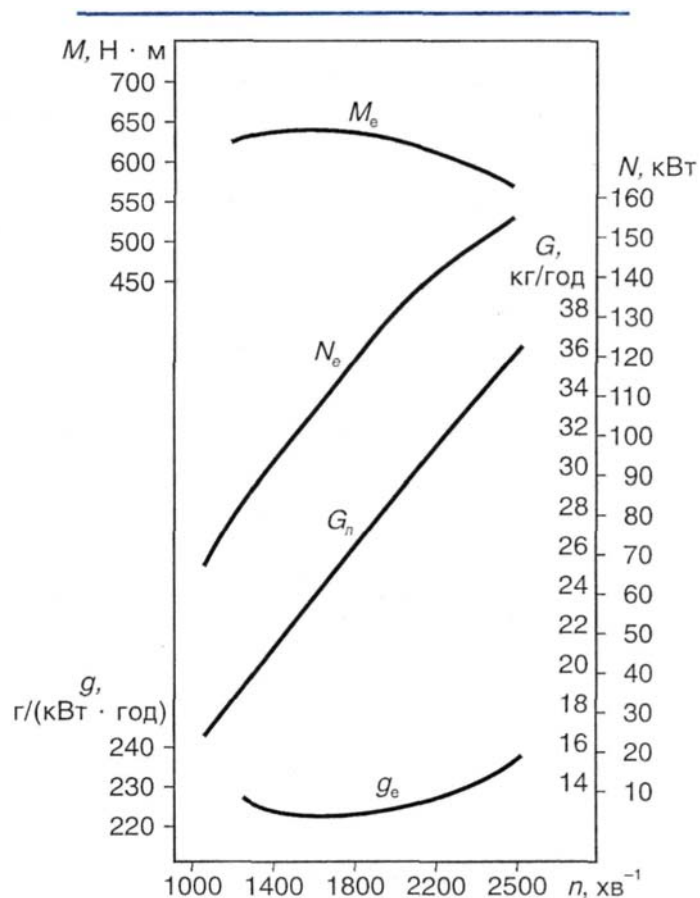


Рис. 1.2 - Зовнішня швидкісна характеристика дизеля КамАЗ-740

§ 1.2. КРИВОШИПНО-ШАТУННИЙ МЕХАНІЗМ

До кривошипно-шатунного механізму багатоциліндрових двигунів належать такі деталі: ♦ картер (блок циліндрів) з головкою й ущільнювальними прокладками; ♦ поршнева група (поршні, поршкові кільця, поршкові пальці); ♦ шатуни; ♦ колінчастий вал; ♦ маховик; ♦ піддон картера.

Картер (Рис. 1.3) — це найбільша й найскладніша деталь двигуна, як правило, коробчастого перерізу, що править за опору для робочих деталей та механізмів і захищає їх від забруднення. Іноді циліндри виготовляються разом із картером, тоді ця деталь називається *блок-картером*.

Блок циліндрів відливають із чавуну або алюмінієвих сплавів. У блок уставляють гільзи, які безпосередньо обмиваються охолодженою рідиною й тому називаються «мокрими». У верхню частину гільз, виготовлених із сірого чавуну, для підвищення корозійної стійкості та зменшення спрацювання запресовують вставки зі спеціального антикорозійного чавуну. Ущільнення гільз циліндрів у верхній частині блока здійснюється сталезбестовими прокладками головок блока, а в нижній частині — мідними прокладками. Верхні кромки гільз мають виступати над площиною блока циліндрів на 0,02... 0,09 мм.

У середній частині блока є поперечні перегородки. Площину розняття картера опущено нижче від осі колінчастого вала для надання блоку потрібної жорсткості. По осі блока на стінці коробки штовханів, а також у передній та задній стінках блока є отвори для підшипників розподільного вала.

Двигуни з V-подібним розташуванням циліндрів (ЗІЛ-130, ЗМЗ-53-12) мають дві головки з алюмінієвого сплаву на кожен ряд. У двигуні КамАЗ-740 кожний циліндр (із восьми) має свою головку. В карбюраторних двигунах у головках блоків, відлитих з алюмінієвих сплавів, розташовано камери згоряння, в яких зроблено різьбові отвори для свічки запалювання, а в дизелях — отвори для форсунок, впускні й випускні канали, а також запресовано сидла й спрямовані втулки клапанів. Спрямовані втулки виготовляють із спечених матеріалів.

Головки кріпляться до блока циліндрів шпильками через сталезбестові прокладки. Момент затягування шпильок — 73...78 Н·м. Зверху головки закриті кришками, що кріпляться гайками й ущільнюються гумовими прокладками. В головках блока всередині виконано сорочку охолодження, яка каналами сполучається із сорочкою охолодження блока.

У розвалі блока встановлюється верхня кришка блока циліндрів, що виготовлена з алюмінієвого сплаву. В кришці є впускні трубопроводи, що обмиваються охолодною рідиною для підігрівання пальної суміші. Зверху кришка має площадку з двома отворами для встановлення карбюратора.

До *поршневої групи* належать: поршні, поршкові кільця та поршкові пальці (Рис 1.4).

Поршень — це металевий стакан, днищем повернутий догори, який сприймає тиск газів і передає його через поршковий палець.

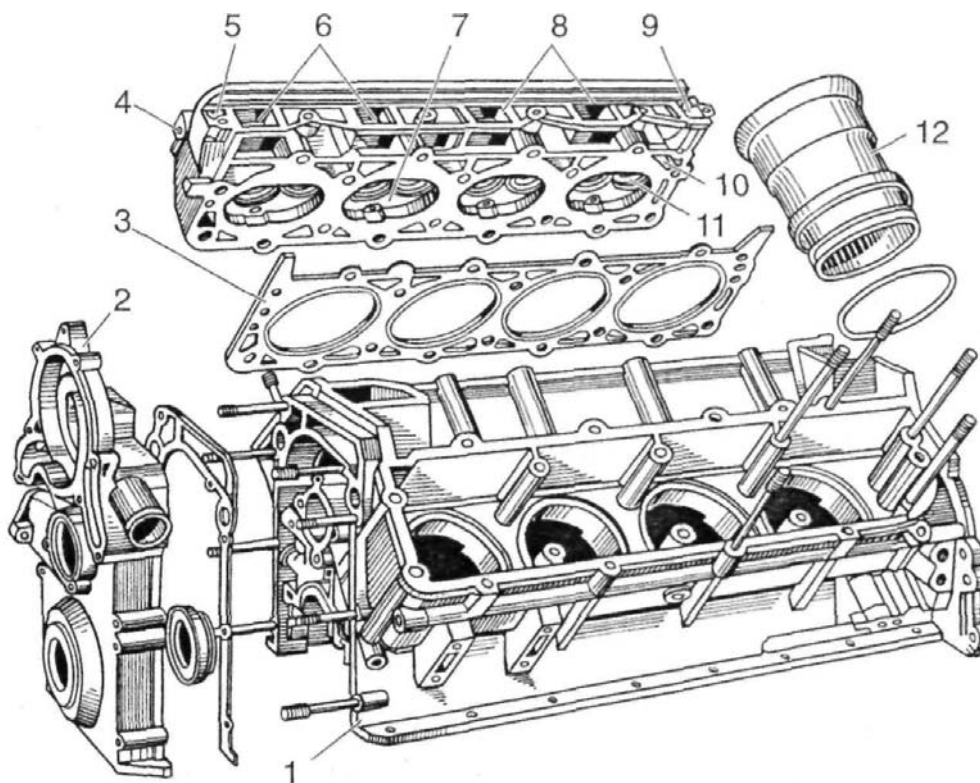


Рис. 1.3 - Картер V-подібного восьмициліндрового двигуна ЗМЗ-53 з головкою правого ряду циліндрів і деталі кривошипно-шатунного механізму:

1 — блок циліндрів; 2— кришка розподільних шестерень; 3— прокладка; 4— головка блока циліндрів; 5, 9, 10 — отвори для охолодної рідини; 6, 8 — впускні канали; 7— камера згоряння; 11 — сидло клапана; 12 — гільза циліндра шатун на колінчастий вал.

Верхня, підсилена частина поршня називається *головкою*, а нижня, напрямна — *юбкою*. Приливи у стінках юбки, що призначаються для встановлення поршневого пальця, називають *бобишками*.

Поршні відлиті з алюмінієвого сплаву й по бічній поверхні покриті тонким шаром олова для кращого припрацювання.

Юбки поршнів у поперечному перерізі мають форму еліпса (більша частина цього еліпса розташовується в площині, перпендикулярній до осі поршневого пальця), а в поздовжньому — форму зрізаного конуса з більшою основою по нижній кромці поршня. В нижній частині юбки зроблено вирізи для противаг колінчастого вала.

Паралельно поздовжній осі двигуна в бобишках поршня зроблено отвори для встановлення поршневого пальця. Отвір під нього зміщено на 1,5 мм праворуч по ходу автомобіля. Цим зменшується тиск на стінку циліндра, а отже, збільшується термін служби циліндро-поршневої групи. Для правильного складання поршня із шатуном на днищах більшості поршнів вибито стрілку з написом «Уперед». На головках поршнів є канавки: верхні — для компресійних кілець, нижні — для мастилознімних. По колу канавок під мастилознімні кільця виконано отвори для відведення оливи, що знімається.

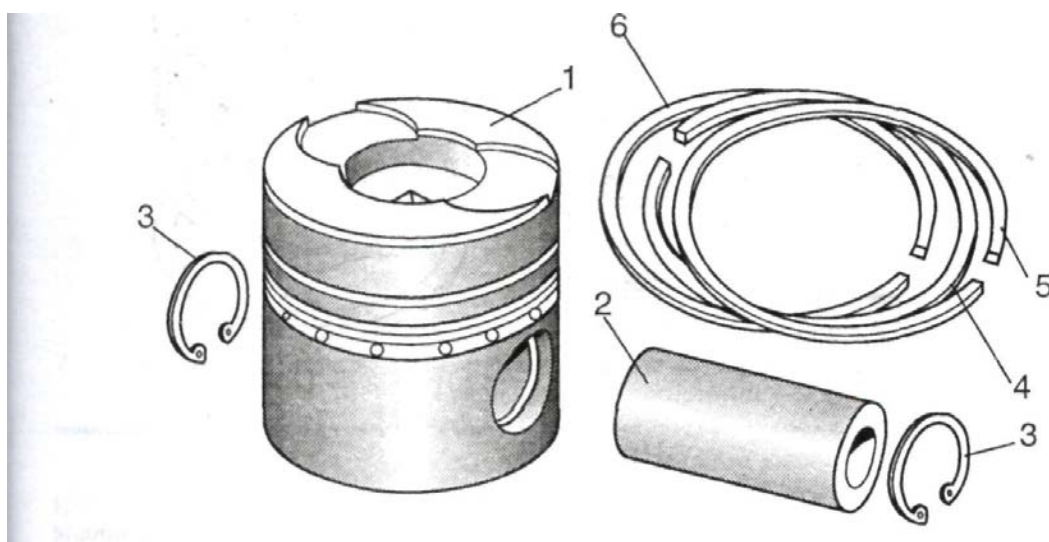


Рис. 1.4 - Деталі поршневої групи дизеля КамАЗ-740:

1 — поршень; 2 — поршковий палець; 3 — стопорні кільця; 4, 5 — компресійні кільця;
6 — мастилознімне кільце

Поршневі кільця (Рис. 1.5) запобігають прориву газів крізь зазор між юбкою поршня та стінкою циліндра, а також слугують для видаляння зайвої оливи зі стінок циліндра, щоб не допустити потрапляння її в камеру згоряння. Зазор у замку компресійних кілець становить $(0,4 \pm 0,1)$ мм. Всі кільця виготовляють з чавуну, за винятком мастилознімних, які виконуються складеними — з двох плоских сталевих кілець і двох розширників (осьового та радіального). Верхні компресійні кільця покривають пористим хромом.

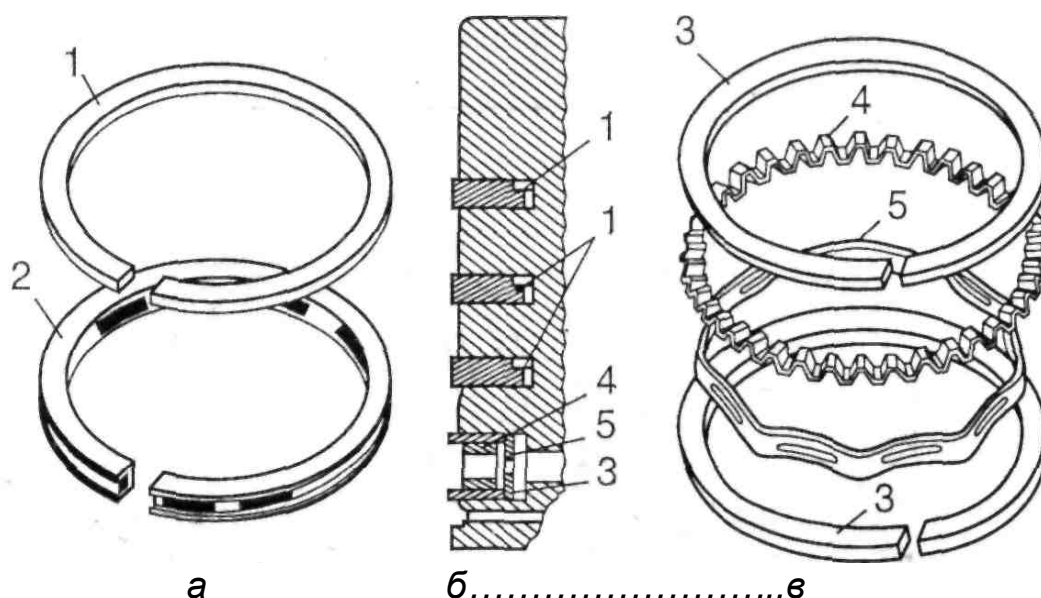
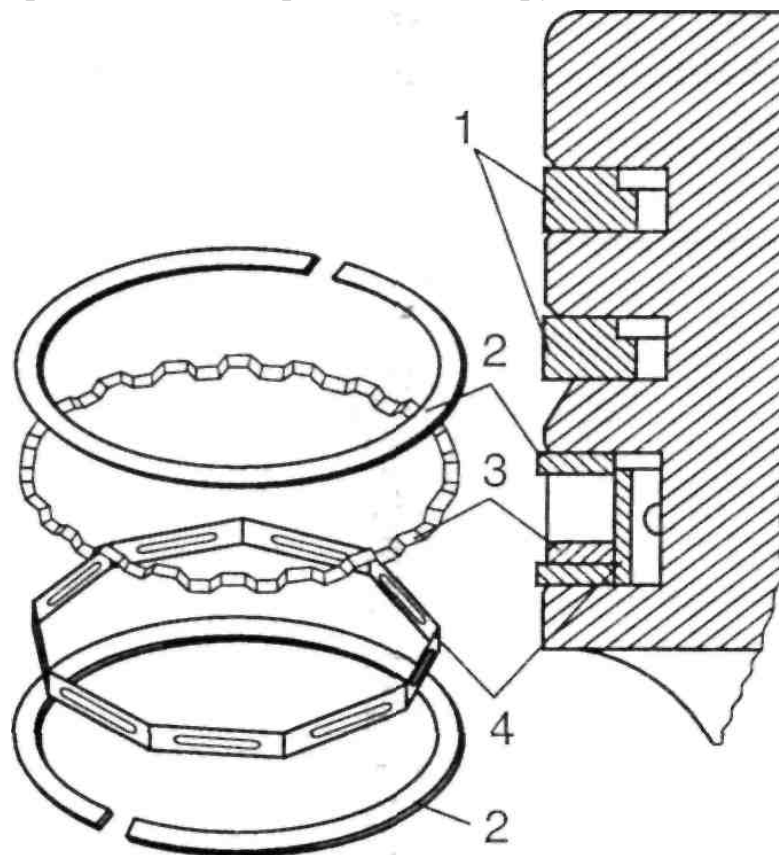


Рис. 1.5 - Поршневі кільця:

a — зовнішній вигляд; *б* — розташування кілець на поршні двигуна автомобіля ЗІЛ-130; *в* — складане мастилознімне кільце; 1, 2 — відповідно компресійне й мастилознімне кільця; 3 — плоскі сталеві диски; 4 — осьовий розширник; 5 — радіальний розширник

Компресійні кільця встановлюють на поршні так, щоб виточки на їхній внутрішній поверхні були повернуті вгору (Рис. 1.6). Кільця, що не підлягають хромуванню, покривають по зовнішній поверхні тонким шаром олова для кращого припрацювання. Встановлюючи кільця на поршень, їхні стики (замки) слід розташовувати під кутом 90° один до одного.

Поршневий палець слугує для шарнірного з'єднання поршня з шатуном і може мати найрізноманітніші конструктивні форми (Рис. 1.7). Для зменшення маси пальців їх, як правило, виконують порожнистими. Поршневі пальці виготовляють з вуглецевих цементованих та азотованих сталей, а також із високовуглецевих сталей, які піддаються індукційному гартуванню струмами високої частоти. В окремих випадках для підвищення міцності пальця його піддають термохімічній обробці й полірують зовнішню поверхню.



Двостороння цементация підвищує міцність пальця на 15...20 %, а двостороннє азотування — на 35...45 %.

Рис. 1.6 - Установлення кілець на поршні двигуна автомобіля ГАЗ-24 «Волга»:

1 - компресійні кільця; 2 — плоске сталеве кільце; 3, 4 — відповідно осьовий і радіальний розширники

Для обмеження осьового зміщення пальця в поршні використовують різні способи. Наприклад; застосовують пальці плаваючого типу. Такий палець не закріплюють ні в бобишках поршня, ні у верхній головці шатуна. Від осьових переміщень його утримують стопорні пружинні кільця, встановлені в канавках,

які проточено в отворах бобишок поршня. Плаваючий палець може повертатися в бобишках, завдяки чому він спрацьовується рівномірніше.

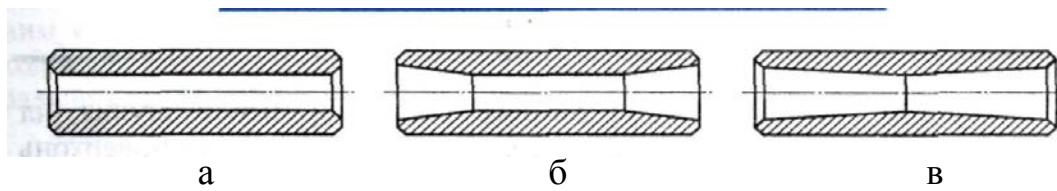


Рис. 1.7 – Конструкція поршневих пальців:
а - трубчаста; б, в — з конічними трубчастими поверхнями

Шатун (Рис. 1.8), що передає зусилля від поршня на колінчастий вал, має двотавровий переріз, виготовляється з легованої або вуглецевої сталі штампуванням і складається з верхньої головки, стержня та нижньої головки.

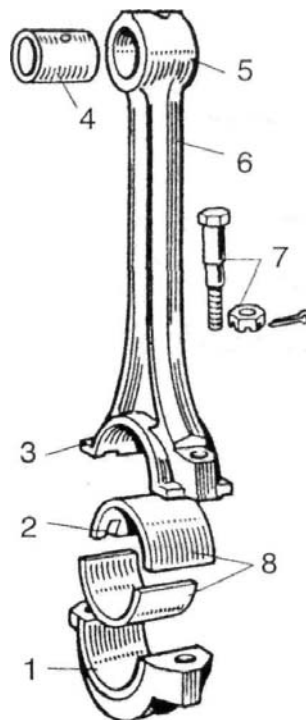


Рис. 1.8 - Шатун:

1 — кришка нижньої головки; 2— вусики, що фіксують вкладиші; 3— нижня головка; 4 — втулка верхньої головки; 5 — верхня головка; 6 — стержень шатуна; 7 — болт із гайкою для кріплення кришки нижньої головки; 8 — вкладиші нижньої головки

У верхню головку шатуна запресовується бронзова втулка під поршневий палець. Для підведення мастила до тертьових поверхонь у головці та втулці зроблено отвори.

Нижня головка шатуна рознімна (площина розняття перпендикулярна до осі шатуна). В ній є отвір для викидання оливи на стінку циліндра та кулачки розподільного вала. До нижньої головки двома болтами кріпиться кришка.

За шатунні підшипники правлять тонкостінні сталеві вкладиші. Від зміщення вони втримуються виступами, які входять у відповідні пази на шатуні й кришці.

Для правильного складання шатунно-поршневої групи є позначки: на стержнях шатунів — каталожний номер шатуна, а на кришці — виступ, які мають бути повернуті в один бік для першого—четвертого шатунів — назад, а для п'ятого—восьмого — вперед.

Затягувати гайки болтів шатуна слід за допомогою динамометричного ключа. Момент затягування — 68...75 Н м

Колінчастий вал, що сприймає зусилля від шатунів і передає його на маховик, відливається з магнієвого чавуну й складається з таких елементів (Рис. 1.9): носка 5, корінних шийок 7, шатунних шийок 10, щік з противагами 9 та фланця 12 для кріплення маховика.

Корінні й шатунні шийки вала загартовуються струмами високої частоти. В щоках вала просвердлено канали для підведення мастил від корінних підшипників до мастильних порожнин у шатунних шийках. Мастильні порожнини правлять за додаткові грязевловлювачі (ловушки). Грязьові частинки відцентровою силою відкидаються до периферії порожнин, а чиста олива крізь отвори подається в шатунні підшипники.

На носку колінчастого вала кріпляться: храповик 1 пускової рукоятки, шестірня 4 приводу механізму газорозподілу та шків 2 приводу вентилятора й водяного насоса. Корінними підшипниками колінчастого вала є сталеві тонкостінні вкладиші, за конструкцією аналогічні шатунним. Момент затягування болтів кришок корінних підшипників — 100... 110 Н м.

Від осевих переміщень колінчастий вал утримується двома сталевими упорними шайбами 6 і 8, залитими антифрикційним сплавом, які встановлено по обидва боки переднього корінного підшипника. Стороною, залитою антифрикційним сплавом, передня шайба має бути повернута до шестірні, а задня — до буртика шийки вала. Допустиме осьове переміщення колінчастого вала становить 0,07...0,17 мм. Для ущільнення переднього кінця колінчастого вала в кришці розподільних шестерень встановлюються гумовий самопідтискний сальник та мастиловідбивна тарель 3. Задній кінець колінчастого вала ущільнюється сальником із азбестової набивки, встановленим у пазах блока та задній кришці. Крім того, на задньому кінці колінчастого вала є мастилоскидальний гребінь 11 і мастиловідвідна спіральна канавка 13.

Маховик — це чавунний диск, що кріпиться болтами до фланця колінчастого вала й призначається для підвищення рівномірності обертання останнього, а також забезпечує подолання двигуном короткочасних перевантажень (наприклад, у момент рушання автомобіля з місця) за рахунок накопиченої під час обертання енергії. На обід маховика напесовано сталевий зубчастий вінець 16 для обертання колінчастого вала стартером під час пуску двигуна. Маховик має мітки 15 для визначення верхньої мертвої точки поршня першого циліндра та каналу 14.

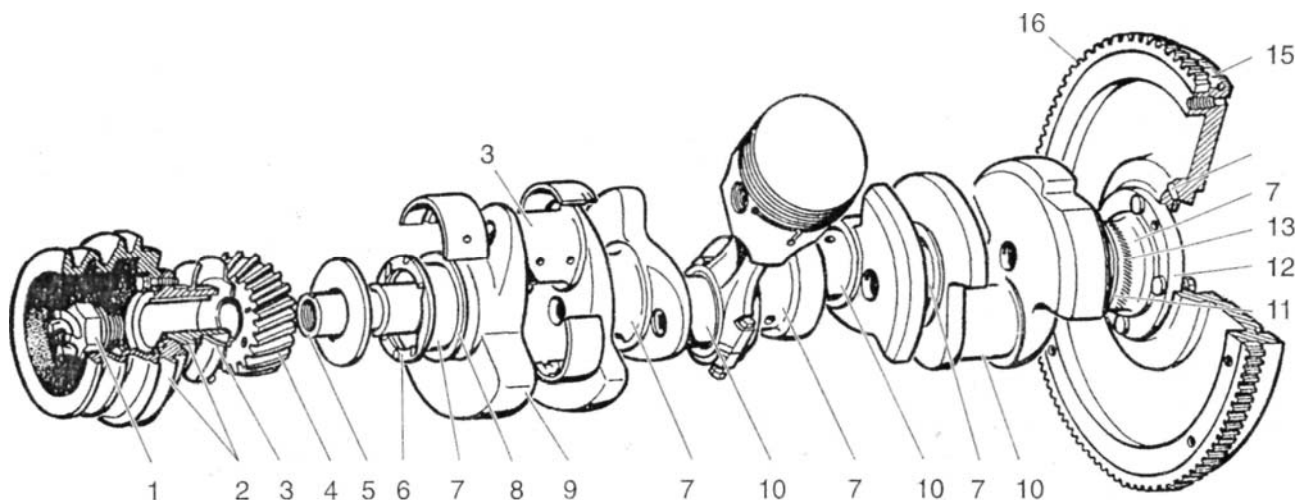


Рис. 1.9- Колінчастий вал.

1 — храповик; 2— шків; 3 — мастиловідбивна тарель; 4— шестірня; 5— носок; 6, 8— упорні шайби; 7, 10 — відповідно корінні й шатунні шийки; 9— противаги; 11 — мастилоскидальний гребінь; 12 — фланець; 13 — мастиловідвідна канавка; 14 — канал для відведення мастила; 15 — установочні мітки; 16 — зубчастий вінець

Піддон картера править за захисний кожух кривошипно-шатунного механізму й резервуар для мастила. Його штампують з листової сталі. Отвір для зливання мастила закривається пробкою з магнітом для збирання металевих частинок на дні піддона.

Картер зчеплення й маховика становить захисний кожух, виготовлений з алюмінієвого сплаву; його кріплять до задньої частини блока циліндрів. Для точної фіксації картера відносно деталей коробки передач та зчеплення у блок циліндрів запресовано штифти.

Кріплення двигуна до рами автомобіля має бути надійним і водночас забезпечувати пом'якшення поштовхів, що виникають під час роботи двигуна та руху автомобіля.

Підвіску двигуна до рами роблять у трьох або чотирьох точках. Як опори до картера двигуна пригвинчують спеціальні кронштейни (лапи). За задні опори іноді правлять лапи картера зчеплення або подовжувач коробки передач. Під опори встановлюють гумові подушки або пружини.

Підвіска двигуна на еластичних опорах має обмежувачі позовжнього переміщення у вигляді тяг чи скоб. Часто для фіксації двигуна відносно рами використовують реактивні тяги.

§ 1.3. МЕХАНІЗМ ГАЗОРОЗПОДІЛУ

Механізм газорозподілу складається з таких основних деталей: ♦розподільного вала; ♦його приводу; ♦штовханів; ♦штанги; ♦коромисла; ♦впускних і випускних клапанів.

Залежно від розташування клапанів і розподільного вала можна виділити три типи механізмів газорозподілу:

- з нижнім розташуванням вала й клапанів (Рис. 1.10), коли останні встановлюються в блоці циліндрів (двигуни ГАЗ-51, ГАЗ-52-04, ГАЗ-69, ЗІЛ-157, ЗІЛ-164 та ін.);
- з нижнім розташуванням вала й верхнім — клапанів (Рис. 1.11);
- з верхнім розташуванням вала й клапанів (Рис. 1.12), коли останні встановлюються в головці блока циліндрів (двигуни ЗІЛ-130, КамАЗ-5320, ГАЗ-4210, ВАЗ-2108 та ін.).

У разі нижнього розташування клапанів (Рис. 1.10) зусилля від кулачка розподільного вала *10* передається штовхачу *9*, а потім через регулювальний болт *7* з контргайкою *8* — клапану *2*, головка якого відходить від сидла *1*. Під час роботи механізму газорозподілу стержень клапана переміщується, здійснюючи зворотно-поступальні рухи в напрямній втулці *3*. На нижньому ходу втулки вільно встановлюється пружина *4*, верхній торець якої впирається в картер, а нижній — у тарілку *6*, закріплену на конусі стержня клапа-

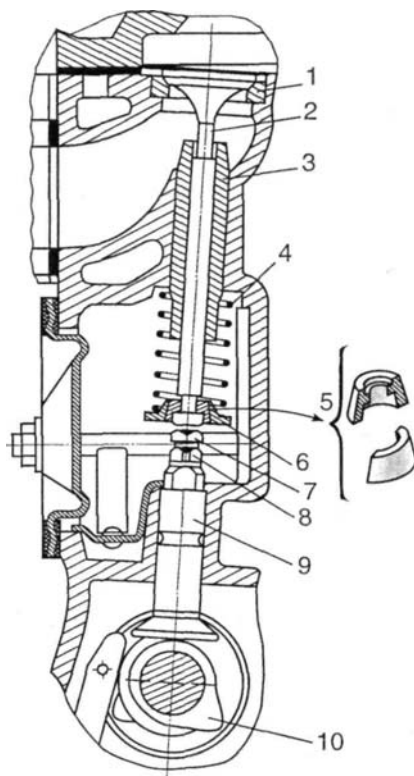


Рис. 1.10 - Механізм газорозподілу двигунів з нижнім розташуванням розподільного вала та клапанів:

1 — сидло клапана; *2* — клапан; *3* — напрямна втулка; *4* — пружина; *5* — сухарики;
6 — тарілка; *7* — регулювальний болт; *8* — контргайка, *9* — штовхач;
10 — розподільний вал

на сухариками *5*. Закриваються клапани під дією пружини в міру того, як виступ кулачка виходить з-під штовхача.

Більшість сучасних двигунів мають механізм газорозподілу з верхнім розташуванням клапанів, що дає змогу зробити компактну камеру згоряння, забезпечити краще наповнення циліндрів пальною сумішшю, спростити регулювання клапанів і теплових зазорів.

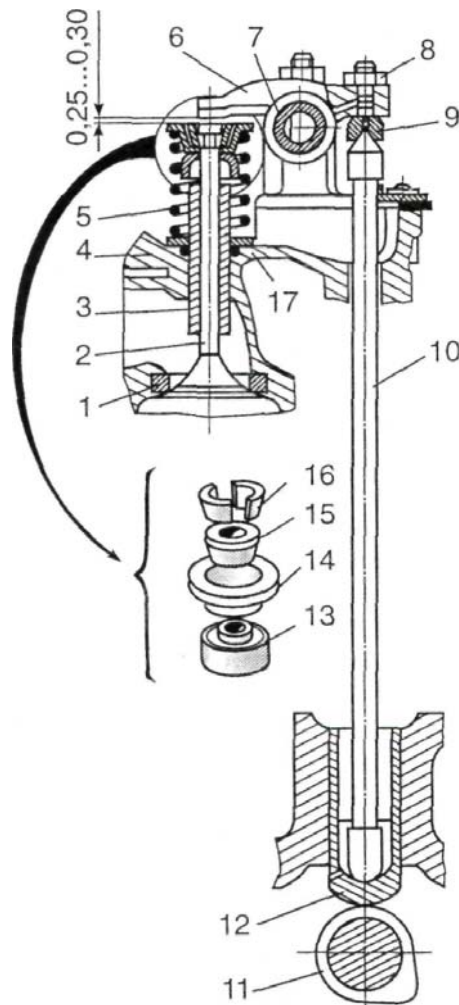


Рис. 1.11 - Механізм газорозподілу двигунів з нижнім розташуванням розподільного вала та верхнім — клапанів:

1 — сідло клапана; 2 — клапан; 3 — напрямна втулка; 4 — головка блока циліндрів; 5 — пружина; 6 — коромисло; 7 — вісь коромисла; 8 — контргайка; 9 — регулювальний гвинт; 10 — штанга; 11 — кулачок; 12 — штовхач; 13 — ковпачок; 14 — тарілка; 15 — втулка; 16 — сухарики; 17 — стопорне кільце

У рядних двигунах із верхнім розташуванням клапанів (Рис. 1.11) зусилля від кулачка *11* розподільного вала передається штовхачу *12*, а від нього — штанзі *10*. Остання через регулювальний гвинт *9* діє на коротке плече коромисла *6*, яке, повертаючись на осі *7*, натискує своїм носом на стержень клапана *2*. Внаслідок цього пружина *5* стискається, а клапан переміщується від сидла *1*, що залежно від призначення клапана забезпечує впускання пальної суміші або випускання відпрацьованих газів. Після того як виступ кулачка *11* вийде з-під штовхача *12*, клапанний механізм повертається в початкове положення під дією пружини *5*. Під час роботи клапанного механізму положення прямої втулки *3*, запресованої в головку блока циліндрів *4*, фіксується стопорним кільцем *17*, а положення регулювального гвинта *9* — контргайкою *8*. Верхній кінець стержня клапана закріплено сухариками *16*, установленими в тарілці *14* за допомогою втулки *15*.

Розподільні вали в разі верхнього розміщення клапанів можуть встановлюватися в блоці циліндрів — нижнє розташування (двигуни ЗІЛ-130, ЗІЛ-4331, КамАЗ-5320) або на головці блока — верхнє розташування (однорядні двигуни автомобілів сімей ВАЗ і «Москвич»).

У механізмі газорозподілу з верхнім розташуванням розподільного вала (Рис. 1.12) немає штовхачів і штанг, завдяки чому зменшуються маса й інерційні сили клапанного механізму, що дає змогу збільшити частоту обертання колінчастого вала й знизити рівень шуму під час роботи двигуна.

У двигунах автомобілів сім'ї ВАЗ із приводом на задні колеса (Рис. 1.12, а) розподільний вал розташований в окремому картері на головці 2 блока циліндрів і обертається в підшипниках ковзання. Привід до клапанів 7, розміщених в один ряд, здійснюється безпосередньо від кулачків 4 розподільного вала через одноплечі важелі (рокери) 3. Одним кінцем одноплечий важіль спирається на стержень клапана, іншим — на сферичну головку болта 5 і втримується на ній за допомогою шпилькової пружини 7.

У двигунах автомобілів сім'ї «Москвич» (Рис. 1.12, б) клапани 1 розташовані в два ряди й приводяться в дію коромислами 9 від кулачків 4 розподільного вала. Для регулювання теплового зазору в клапанах слугує регулювальний болт 5 із контргайкою 6, який зв'язаний зі сферичним наконечником 8.

У двигунах передньоприводних автомобілів ВАЗ-2108 «Спутник», ВАЗ-2109 (Рис. 1.12, в) верхній розподільний вал установлено в окремому корпусі 10, розташованому на головці блока циліндрів 2, в яку запресовано чавунні сидла 14 та напрямні втулки 13 клапанів 7. Верхня частина втулок ущільнюється металогумовими мастиловідбивачами з ковпачками 12. Клапани 1 приводяться в дію безпосередньо кулачками 4 через циліндричні штовхачі 15 без проміжних важелів. У гніздах штовхачів розміщено шайби 11 для регулювання зазору h у клапанному механізмі.

У V – подібних восьмициліндрових двигунах застосовують верхнє розташування клапанів (Рис. 1.13). Нижній розподільний вал таких двигунів, установлений в розвалі блока, є спільним для клапанів правого й лівого рядів циліндрів. Клапани 9 (впускний і випускний), що переміщуються в напрямних втулках 10, відкриваються під дією зусилля, яке передається від кулачків 6, 7 через штовхачі 19, штанги 18 та коромисла 14, установлені на осях 13. Закриваються клапани під дією пружин 12, нижні кінці яких упираються в шайби 11. Якщо у випускних клапанів є механізм обертання, їхні пружини спираються на опорні шайби 17 цього механізму. Верхніми кінцями пружини обох клапанів упираються в тарілки 20. За два оберти колінчастого вала впускні й випускні клапани кожного циліндра відкриваються один раз, а розподільний вал здійснює один оберт. Отже, він обертається вдвоє повільніше, ніж колінчастий вал. Тому зубчасте колесо 1 розподільного вала має вдвоє більше зубців, ніж ведуча шестірня колінчастого вала.

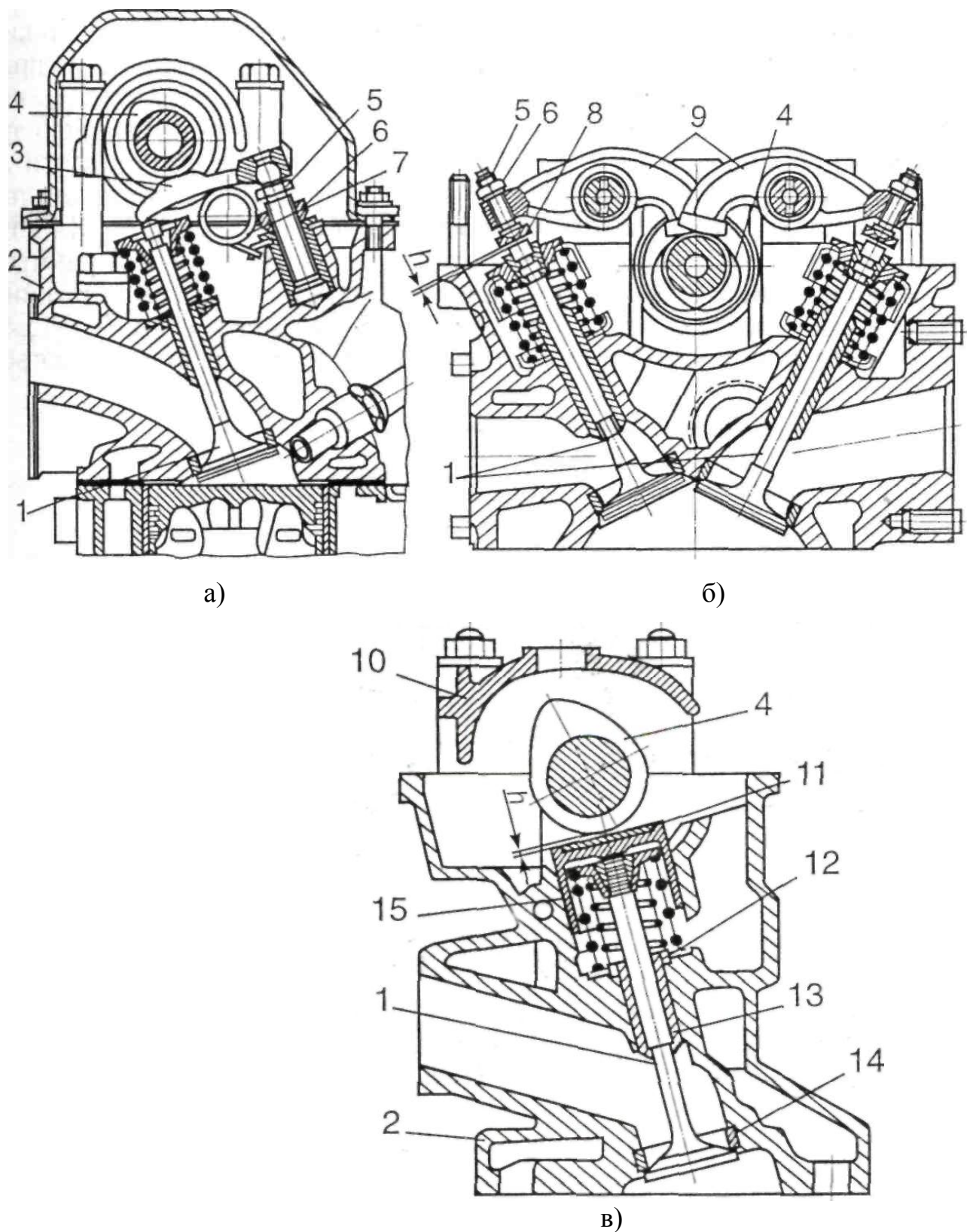


Рис. 1.12 - Механізми газорозподілу двигунів з верхнім розташуванням розподільного вала та клапанів автомобілів:

а- ВАЗ-2105, ВАЗ-2107 «Жигули»; *б-* «Москвич-2140»; *в* - ВАЗ-2108 «Спутник», ВАЗ-2109; *1* — клапани; *2* — головка блока циліндрів; *3* — важіль; *4* — кулачки розподільного вала; *5* — болт; *6* — контргайка; *7* — шпилькова пружина; *8* — сферичний наконечник; *9* — коромисла; *10* — корпус; *11* — шайба; *12* — ковпачки мастиловідбивачів; *13* — напрямна втулка; *14* — чавунне сидло; *15* — штовхач

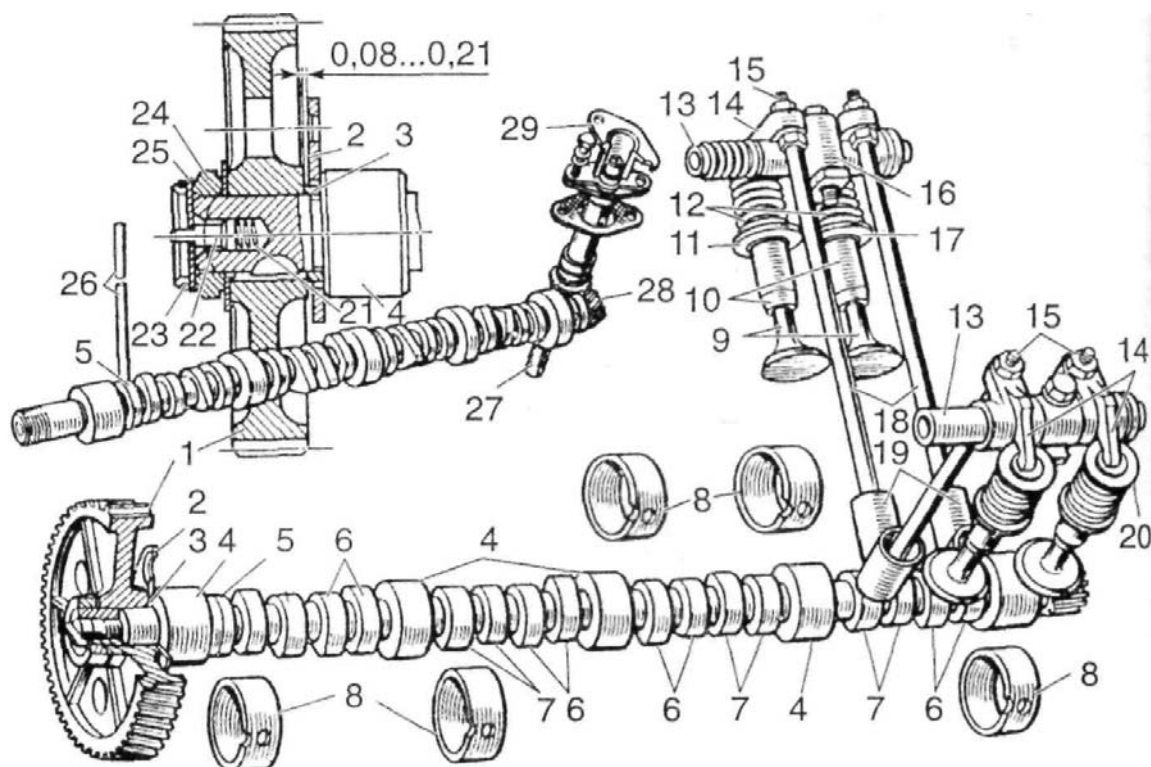


Рис. 1.13 - Механізм газорозподілу V-подібного двигуна:

1 — зубчасте колесо; 2 — упорний фланець; 3 — розпірне кільце; 4 — опорна шийка; 5 — ексцентрик; 6, 7 — відповідно впускні й випускні кулачки; 8 — втулки опорних шийок; 9 — клапани; 10 — напрямні втулки; 11, 24 — шайби; 12, 21 — пружини; 13 — порожнисті осі; 14 — коромисла; 15 — болти; 16 — стояки; 17 — опорні шайби; 18 — штанги; 19 — штовхачі; 20 — тарілки; 22, 27 — валики; 23 — кільце; 25 — гайка; 26 — привод паливного насоса; 28 — шестірня; 29 — корпус приводу розподільника запалювання й оливного насоса

Розподільний вал (Рис. 1.13) виготовляють із сталі або спеціального чавуну й піддають термічній обробці. Профіль кулачків вала, як впускних 6, так і випускних 7, у більшості двигунів однаковий. Однойменні (впускні та випускні) кулачки в чотирициліндровому двигуні розташовують під кутом 90° , у шестициліндровому — під кутом 60° , а у восьмициліндровому — під кутом 45° . У процесі шліфування кулачкам надають невеликої конусності. Взаємодія сферичної поверхні торця штовхачів 19 із конічною поверхнею кулачків забезпечує повертання їх під час роботи.

Починаючи з передньої опорної шийки 4, діаметр шийок зменшується, що полегшує встановлення розподільного вала в картері двигуна. Кількість опорних шийок, як правило, дорівнює кількості корінних підшипників колінчастого вала. Втулки 8 опорних шийок виготовляють із сталі, а їхню внутрішню поверхню покривають антифрикційним сплавом.

На передньому кінці розподільного вала розміщено ексцентрик 5, що діє на штангу приводу паливного насоса 26, а на задньому — шестірню 28, яка приводить в обертання зубчасте колесо валика 27, розташованого в корпусі 29 приводу розподільника запалювання та мастильного насоса.

Між зубчастим колесом 1 розподільного вала та його передньою опорною шийкою встановлено розпірне кільце 3 й упорний фланець 2, що кріпиться

болтами до блока й утримує вал від поздовжнього переміщення. Оскільки товщина розпідного кільця 3 більша від товщини упорного фланця 2, забезпечується осьовий зазор («розбіг»), нормальне значення якого становить 0,08...0,21 мм. В отворі переднього торця розподільного вала (двигуни ЗІЛ-130, ЗМЗ-53-11 і інші) розташований вузол привода відцентрового датчика регулятора частоти обертання колінчастого вала, що складається з валика 22, пружини 21 та шайби 24, закріплених кільцем 23.

Привід розподільного вала здійснюється за допомогою зубчастої, ланцюгової (Рис. 1.14, а) або пасової (Рис. 1.14, б) передач.

У двигунах вантажних автомобілів застосовують переважно зубчасті передачі. Ведучу шестірню такої передачі (Рис. 1.15) установлено на передньому кінці колінчастого вала, а проміжну 3 — на передньому кінці розподільного вала й закріплено гайкою.

Зубчасті колеса привода мають входити в зачеплення між собою при точно визначеному положенні колінчастого й розподільного валів, що забезпечує правильність заданих фаз газорозподілу та порядку роботи двигуна. Тому під час його складання зубчасті колеса вводяться в зачеплення за мітками на їхніх зубцях (на западині між зубцями колеса та на зубі шестірні). Щоб зменшити рівень шуму, зубчасті колеса виготовляють з косими зуб'ями і з

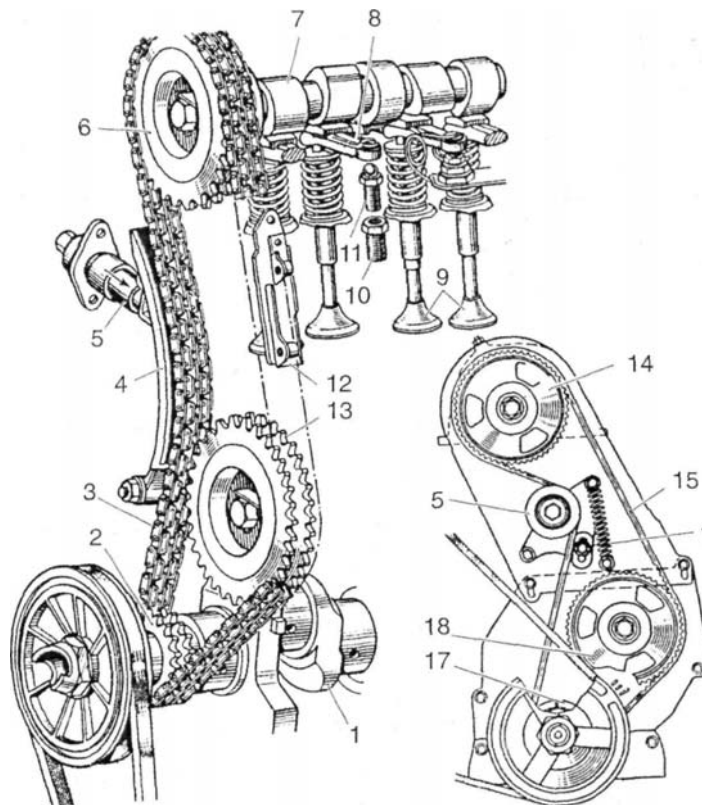


Рис. 1.14 - Рис 1.14 Привод механізму газорозподілу двигунів з верхнім розташуванням розподільного вала:

а — ланцюгом; б — зубчастим пасом; 1 — колінчастий вал; 2, 6 — відповідно ведуча й ведена зірочки; 3 — ланцюг; 4 — башмак натяжного пристрою; 5 — натяжний пристрій; 7 — розподільний вал; 8 — важіль привода клапана; 9 — клапани; 10 — втулка регулювального болта; 11 — регулювальний болт; 12 — заспокоювач ланцюга; 13 — зірочка привода оливного насоса й переривника-розподільника; 14, 17, 18 — зубчасті шків; 15 — зубчастий пас; 16 — болт

різних матеріалів. На колінчастому валу встановлюють сталеву шестірню, а на розподільному — чавунне колесо (двигуни ЗІЛ-130, МАЗ-5335) або текстолітове (двигуни автомобілів ГАЗ-53-12, УАЗ-3151-01).

У двигунах легкових автомобілів сімей «Москвич» і ВАЗ (із приводом на задні колеса) механізм газорозподілу приводиться в дію від колінчастого вала дворядним втулково-роликівим ланцюгом 3 (Рис. 1.14), що з'єднує ведучу зірочку 2 колінчастого вала із зірочкою 6 розподільного вала та зірочкою 13 валика привода оливного насоса й переривника - розподільника запалювання. В разі різкої зміни частоти обертання колінчастого вала виникають коливання вітки ланцюга. Для гасіння їх слугує пластмасова колодка (заспокоювач) 12. З протилежного боку колодки розміщується башмак 4 натяжного пристрою. Один кінець башмака закріплено на осі, а інший — з'єднано з регулювальним механізмом 5, що притискає башмак до ланцюга. Останній натягають за допомогою гайки регулювального механізму.

У двигунах передньоприводних автомобілів ВАЗ-2108 «Спутник», ВАЗ-2109 привод механізму газорозподілу складається з двох зубчастих шківів, установлених на колінчастому й розподільному валах, натяжного ролика та зубчастого паса. Останнім приводиться в обертання також шків насоса охолоджувальної рідини. Головною особливістю такого привода є еластичний пас із зубцями напівкруглої форми. Його виготовляють з мастиlostійкої гуми, армованої кордом із скловолокна. Зубці для підвищення стійкості проти спрацювання покриті еластичною тканиною.

У механізмі газорозподілу з верхнім розташуванням клапанів і нижнім — розподільного вала клапани мають привід через передаточні деталі (штовхачі, штанги й коромисла).

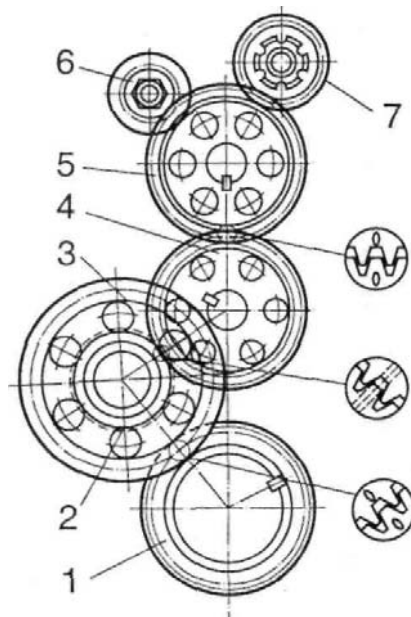


Рис. 1.15 - Блок розподільних шестерень двигуна КамАЗ-740:

1 — ведуча шестерня; 2, 3 — проміжні шестерні; 4 — шестерня розподільного вала; 5 — шестерня привода паливного насоса; 6 — шестірня приводу гідро підсилювача рульового керування; 7 — шестерня приводу компресора

Штовхачі передають зусилля від розподільного вала через штанги до коромисел. Виготовляють їх із сталі або чавуну. Штовхачі (Рис. 1.16) бувають важільно-роликовими й циліндричними.

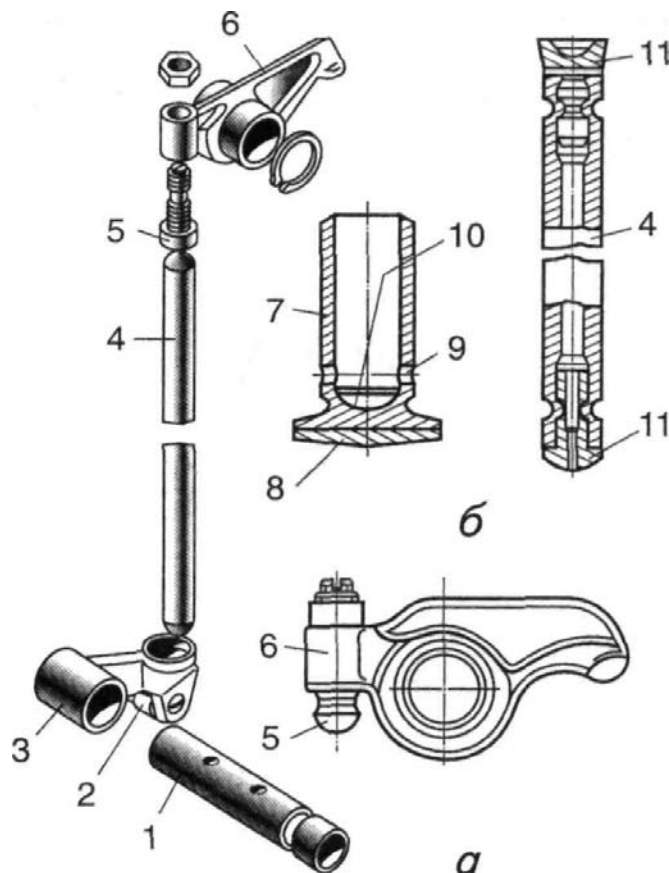


Рис 1.16 - Деталі привода клапанів дизелів:

а — ЯМЗ; *б*— КамАЗ; 1 — вісь; 2— ролик; 3, 7 — штовхачі; 4— штанга; 5— регулювальні гвинти; 6— коромисла; 8 — торцева поверхня штовхана; 9— отвір для зливання мастила; 10 — сферична поверхня штовхана; 11 — сферичні наконечники

У дизелях ЯМЗ-236 та ЯМЗ-238 застосовують важільно-роликові хитні штовхачі 3 (Рис. 1.16, *а*), встановлені на осі 7 над розподільним валом. Ролик 2 штовхача 3 спирається на кулачок розподільного вала. Вісь ролика обертається на голчастих підшипниках, тому, коли ролик перекочується по кулачку, тертя ковзання замінюється тертям кочення. Зверху на штовхач спирається штанга 4.

У двигунах ЗІЛ-130, ЗМЗ-53-11, КамАЗ-740 застосовують циліндричні штовхачі 7 (Рис. 1.16, *б*), встановлені в спеціальних отворах — напрямних. У дизелі автомобіля КамАЗ-740 напрямні знімні. Внутрішня порожнина штовхача має сферичну поверхню 10 під штангу й отвір 9 для зливання мастила. Для підвищення працездатності сталевих штовхачів їхню торцеву поверхню 8 у місці стикання з кулачком направляють спеціальним зносостійким чавуном.

Штанги передають зусилля від штовхачів до коромисел. Їх виготовляють із сталевих прутків із загартованими кінцями (двигун автомобіля ЗІЛ-130) або з дюралюмінієвого стержня із сталевими сферичними наконечниками (двигуни ЗМЗ-53-11, ЗМЗ-24-04).

У дизелях ЯМЗ і КамАЗ штанги 4 (Рис. 1.16, б) роблять із сталеві трубки. На кінцях штанг напресовують сталеві сферичні наконечники 11, якими вони з одного боку впираються у сферичні поверхні регулювальних гвинтів 5 (Рис. 1.16, а), вкручених у коромисла 6, а з іншого — у штовхачі.

Коромисло передає зусилля від штанги до клапана й становить нерівноплечій важіль, виготовлений із сталі або чавуну. Плече коромисла з боку клапана приблизно в півтора раза довше, ніж із боку штанги штовхача. Це не тільки зменшує хід штовхача та штанги, а й знижує сили інерції, які виникають під час їхнього руху, що підвищує довговічність деталей привода клапанів.

Коромисло карбюраторних двигунів розташоване на спільній порожнистій осі 13 (Рис. 1.13), у кінці якої запресовані заглушки, що дає змогу підводити мастило до бронзових втулок коромисел і сферичних наконечників регулювальних болтів 15. Осі 13 разом із коромислами встановлюють на кожній головці циліндра за допомогою стояків 16. На дизелях осі коромисел виконано як одне ціле із стояками, й кожне коромисло коливається на своїй осі.

Клапани відкривають і закривають впускні й випускні канали, що з'єднують циліндри з газопроводами системи живлення. Випускний клапан (Рис. 1.17, а) складається з плоскої головки і стержня 7, з'єднаних між собою плавним переходом. Для кращого наповнення циліндрів пальною сумішшю діаметр головки впускного клапана роблять значно більшим, ніж діаметр випускного.

Оскільки клапани працюють в умовах високих температур, їх виготовляють із високоякісних сталей (впускні — з хромистої, випускні, які стикаються з гарячими відпрацьованими газами й нагріваються до температури 600...800 °С, — із жаростійкої).

При частоті обертання колінчастого вала 3000 хв⁻¹ частота обертання випускного клапана досягає 30 хв⁻¹.

Щоб забезпечувалося щільне прилягання головки клапана до сидла, потрібен певний тепловий зазор між стержнем клапана та носком (гвинтом) коромисла або болтом штовхача. Теплові зазори змінюються внаслідок нагрівання клапанів, спрацьовування їх і порушення регулювань. Коли зазор у клапанах занадто великий, вони відкриваються не повністю, внаслідок чого погіршуються наповнення циліндрів пальною сумішшю й очищення їх від продуктів згоряння, а також підвищуються ударні навантаження на деталі клапанного механізму. В разі недостатнього зазору в клапанах вони нещільно сосідають на сидла, що призводить до витікання газів, утворення нагару з обгорянням робочих поверхонь сидла та клапана. Через нещільну посадку клапанів на такті стискання робоча суміш може потрапляти у випускний газопровід, а під час такту розширення газу, що мають високу температуру, можуть прориватися у впускний газопровід унаслідок чого в цих газопроводах можливі стуки або спалахи, що є ознакою нещільної посадки клапанів.

Для щільного прилягання головки клапана до сидла тепловий зазор установлюють між носком коромисла 6 (Рис. 1.11) і торцем стержня клапана 2 в разі нижнього розташування розподільного вала (у двигунах ЗІЛ-130, КамАЗ-740, ЗМЗ-53-11) або між важелем, (див. Рис. 1.12, а) привода клапана 1 і

кулачком 4 в разі верхнього розташування розподільного вала (у двигунах автомобілів ВАЗ-2105, ВАЗ-2107).

У двигунах автомобілів ВАЗ (із приводом на задні колеса) тепловий зазор має становити 0,15 мм як для впускних клапанів, так і для випускних. Під час регулювання відпускають контргайку 6 (Рис. 1.12) і, обертаючи регулювальний болт 5, установлюють зазор між важелем 3 та кулачком 4 на двигуні в холодному стані.

У двигунах передньоприводних автомобілів ВАЗ-2108 «Спутник», ВАЗ-2109 зазор А (Рис. 1.12, в) між кулачками розподільного вала й регулювальними шайбами має становити $(0,2 \pm 0,05)$ мм для впускних клапанів і $(0,35 \pm 0,05)$ мм — для випускних. Товщина комплекту регулювальних шайб становить від 3 до 4,25 мм з інтервалом через кожні 0,05 мм. Товщина шайби маркується на її поверхні.

У двигунів автомобілів сім'ї «Москвич» (із приводом на задні колеса) в разі верхнього розташування розподільного вала тепловий зазор Н (Рис. 1.12, б) установлюють між наконечником 8 регулювального болта 5 і торцем стержня клапана 7.

У непрогрітих двигунах ЗІЛ-130, ЯМЗ-238, ЗМЗ-53-11 зазор для впускних і випускних клапанів має становити 0,25...0,30 мм, у дизелях КамАЗ — 0,25...0,30 мм для впускних клапанів і 0,35...0,40 мм — для випускних. У цих двигунах для регулювання зазору в клапанах (Рис. 1.18) слугує регулювальний гвинт 3 з контргайкою 2, вкручений у коромисло 1.

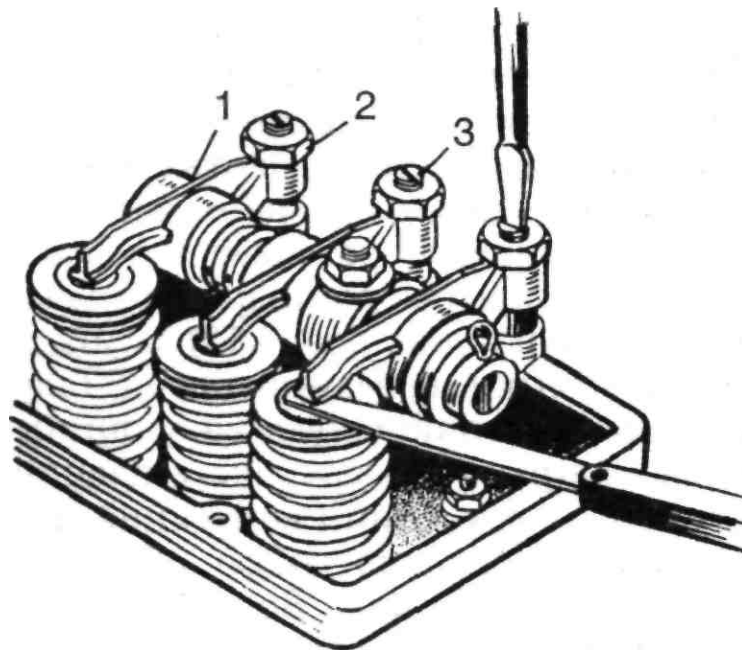


Рис 1.18 - Перевірка й регулювання теплового зазору:

1 - коромисло; 2 — контргайка; 3 — регулювальний гвинт

Фази газорозподілу — це моменти початку відкривання та кінця закривання клапанів, виражені в градусах кута повороту колінчастого вала відносно мертвих точок. Фази газорозподілу добирають експериментально на

заводі залежно від частоти обертання колінчастого вала при максимальній потужності двигуна та від конструкції його впускного й випускного газопроводів і зазначають у вигляді діаграм або таблиць.

Коли робочі процеси у двигунах розглядалися в першому наближенні, вважалося, що відкриття й закриття клапанів відбуваються в мертвих точках. Однак насправді моменти відкриття й закриття клапанів не збігаються з моментами перебування поршнів у мертвих точках. Це пояснюється тим, що час, який припадає на такти впускання й випускання, дуже малий (при максимальній частоті обертання колінчастого вала двигуна він становить тисячні частки секунди). Тому, якщо впускні й випускні клапани відкриватимуться й закриватимуться точно в мертвих точках, то наповнення циліндрів пальною сумішшю й очищення їх від продуктів згоряння будуть недостатніми. Отже, в чотиритактних двигунах впускний клапан має відкриватися до досягнення поршнем ВМТ, а закриватися після проходження НМТ.

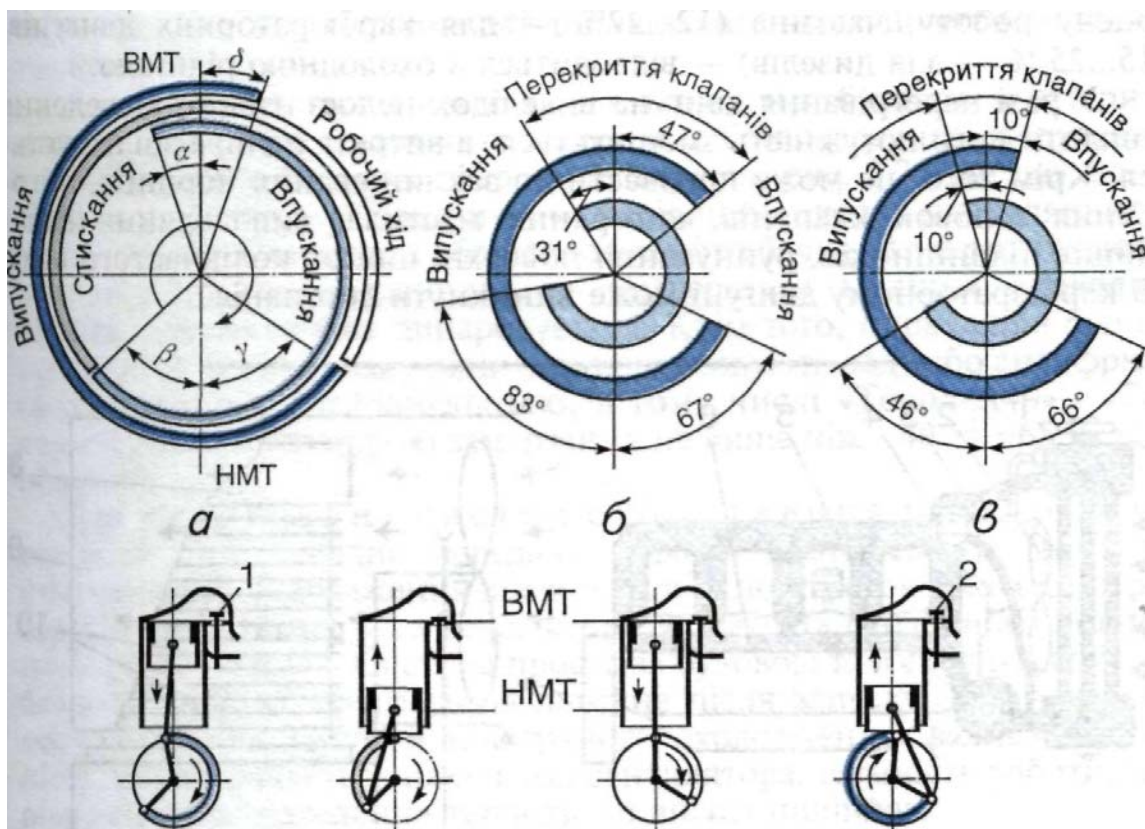
Із загальної колової діаграми фаз газорозподілу (Рис. 1.19, *а*) видно, що на такті випускання впускний клапан *I* (Рис. 1.19, *з*) починає відкриватися з випередженням, тобто до підходу поршня у ВМТ.

Кут α випередження відкриття впускного клапана для двигунів різних моделей становить $10\ldots 32^\circ$. Закривається впускний клапан із запізненням після проходження поршнем НМТ (під час такту стискання). Кут β запізнення закриття випускного клапана дорівнює $10\ldots 50^\circ$.

Кути випередження та запізнення, а отже, й час відкривання клапанів мають бути тим більшими, чим вища частота обертання колінчастого вала, при якій двигун розвиває максимальну потужність. Правильність установлення газорозподілу визначається точним зачепленням зубчастих коліс (Рис. 1.15) за мітками, які є на них, або за розташуванням мітки на ведучій зірочці (двигуни автомобілів ВАЗ) навпроти спеціального приливка на блоці циліндрів.

Загальна колова діаграма показує, що в певний період часу відкриті обидва клапани — впускний і випускний. Кутовий інтервал обертання колінчастого вала, при якому обидва клапани відкриті, називається *перекриттям клапанів*. Воно потрібне для своєчасного та якісного очищення циліндрів від продуктів згоряння. З діаграми (Рис. 1.19, *б*) видно, що впускний клапан відкривається за 31° до приходу поршня у ВМТ, а закінчує закриватися через 83° після НМТ. Випускний клапан закривається при 47° повороту колінчастого вала після ВМТ. Перекриття клапанів становить 78° . Випускний клапан 18 відкривається з випередженням на 67° до НМТ. Отже, загальна тривалість відкривання кожного клапана дорівнює 294° повороту колінчастого вала двигуна.

Розглянуті фази газорозподілу двигуна автомобіля ЗІЛ-130 відповідають зазору в обох клапанах 0,3 мм (між носком коромисла й торцем клапана). В разі зменшення зазору тривалість відкривання впускного й випускного клапанів зростає, а в разі збільшення зазору — зменшується.



Впускання Стискання Робочий хід Випускання

Рис. 1.19 - Діаграми фаз газорозподілу чотиритактного двигуна (а), двигунів ЗИЛ-130 (б), КамАЗ-740 (в)

§ 1.4. СИСТЕМА ОХОЛОДЖЕННЯ

Температура газів у циліндрах двигуна, що працює, досягає 1800...2000°C. Частина теплоти, що виділяється (для карбюраторних двигунів — 21...28 %, для дизелів — 29...42 %), перетворюється на корисну роботу, частина (12...27% — для карбюраторних двигунів, 15...25 % — для дизелів) — відводиться з охолодженою рідиною.

У разі перегрівання двигуна внаслідок недостатнього відведення теплоти його потужність зменшується, а витрата палива збільшується. Крім того, це може призвести до заклинювання поршнів, обгоряння головок клапанів, вигорання мастила, виплавлення вкладишів підшипників, руйнування поверхні шийок колінчастого вала. В карбюраторному двигуні може виникнути детонація.

У разі переохолодження двигуна внаслідок втрати теплоти й потужність знижується, збільшуються втрати на тертя через густе мастило; частина робочої суміші конденсується, змиваючи мастило зі стінок циліндра, підвищується корозійне спрацьовування стінок циліндрів унаслідок утворення сірчаних і сірчистих сполук.

В автомобільних двигунах застосовують такі системи охолодження (Рис. 1.20): • рідинну (здебільшого); • повітряну (рідше).

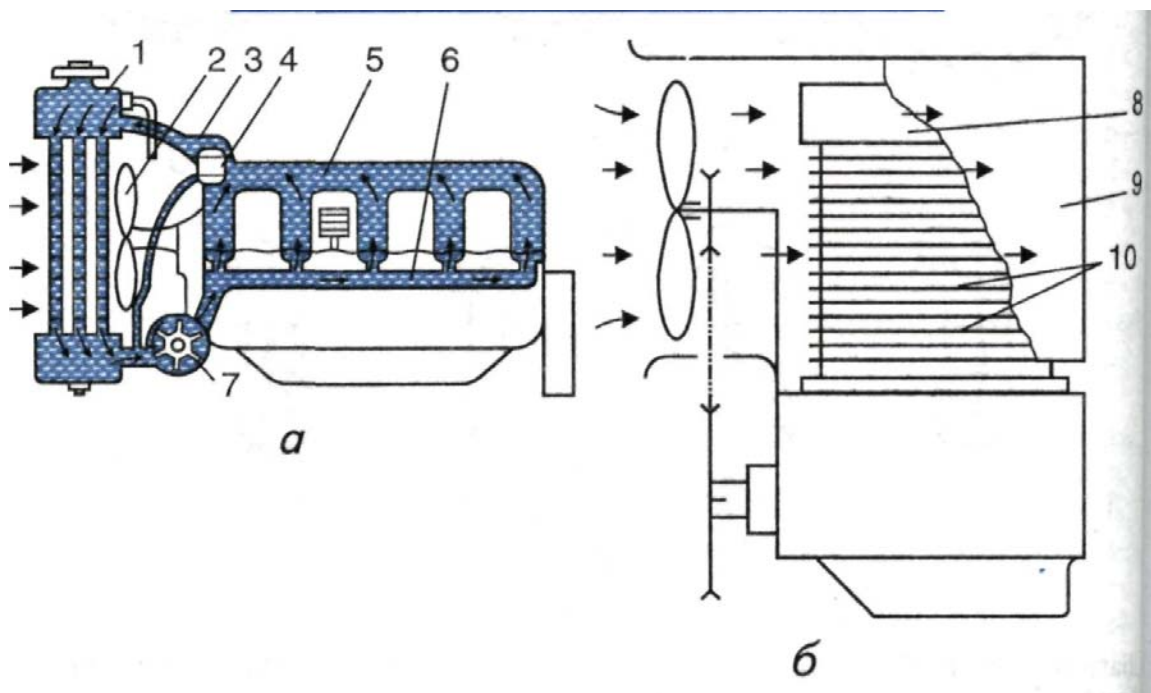


Рис. 1.20 - Принципові схеми систем охолодження двигунів:

а - рідинної; б — повітряної; 1 — радіатор; 2 — вентилятор; 3 — верхній 4 - патрубок; термостат; 5 — водяна «сорочка»; 6 — розподільна труба; 7 — насос; 8 — голівка циліндрів; 9 — рефлектор; 10 — охолоджувальні «ребра»

Температура охолодної рідини, що міститься в головці блока циліндрів, має становити 80...95 °С. Такий температурний режим найвигідніший, забезпечує нормальну роботу двигуна й не повинен змінюватися залежно від температури навколишнього повітря та навантаження двигуна.

Рідинні системи охолодження бувають: • відкриті; • закриті. *Відкрита* система охолодження безпосередньо сполучається з навколишньою атмосферою, а *закрита* (Рис. 1.20, а), що застосовується в сучасних двигунах, — періодично, через спеціальні клапани в кришці радіатора або розподільного бачка. В закритих системах охолодження підвищується температура кипіння охолоджувальної рідини, й вона менше випаровується. Крім того, циркуляція рідини примусова. Як охолоджувальну рідину використовують воду або антифризи (водяні розчини етиленгліколю, в тому числі «Тосол-А40» і «Тосол-А65» з температурою замерзання не вище ніж —40° та —65°С відповідно).

Для повітряних систем охолодження (Рис. 1.20, б) характерна безпосередня передача теплоти в атмосферу. Потрібна інтенсивність охолодження досягається за допомогою охолоджувальних ребер 10, вентилятора 2 та рефлектора 9. Витрата охолоджувального повітря може регулюватися. Система проста за будовою та в експлуатації, забезпечує швидке прогрівання двигуна після запуску, має невелику масу. Недоліки системи повітряного охолодження: велика потужність, що витрачається на привод вентилятора; шумність роботи; нерівномірність відведення теплоти по висоті циліндра.

Принцип дії рідинної системи охолодження (Рис. 1.21). Відцентровий насос, який дістає обертання за допомогою паса від шківа колінчастого вала, засмоктує охолоджувальну рідину з нижньої частини радіатора через патрубок і нагнітає її в сорочку охолодження циліндрів. Охолоджувальна рідина обмиває, насамперед, найбільш нагріті деталі двигуна, відбирає частину теплоти, а потім через верхній патрубок подається у верхній бачок радіатора. Проходячи крізь сердцевину радіатора в нижній бачок, нагріта рідина охолоджується й знову спрямовується до відцентрового насоса. Водночас частина нагрітої рідини надходить у сорочку впускного трубопроводу для підігрівання пальної суміші, а також у разі потреби відводиться через спеціальний кран в опалювач салону кузова.

Радіатор призначений для охолодження рідини, що відводить тепло від двигуна. Він складається з нижнього та верхнього латунних бачків, припаяних до серцевини, патрубків і заливної горловини з пробкою. В автомобілі «Москвич» радіатор пластинчастий, його сердцевина виготовлена з латунної стрічки (Рис. 1.22).

Патрубки бачків через прогумовані шланги сполучають радіатор із сорочкою охолодження блока циліндрів. Заливна горловина радіатора герметично закривається пробкою (Рис. 1.23), в яку встановлено випускний (паровий) 7 і перепускний (повітряний) 9 клапани.

Випускний клапан 7 відкривається, коли тиск у системі охолодження підвищується до 0,15 МПа. При цьому вода, що застосовується як охолоджувальна рідина, закипає за температури 109 °С. Якщо клапан стерильний, рідина, яка закипає, або пара відводиться в розширювальний бачок, що запобігає руйнуванню радіатора й патрубків.

Перепускний клапан 9 відкривається, коли тиск у системі знижується до 0,01 МПа внаслідок зменшення об'єму охолодної рідини або конденсації парів рідини під час остигання двигуна. При цьому в радіатор надходить рідина з розширювального бачка, що запобігає сплюсцуванню трубок серцевини радіатора атмосферним тиском.

Розширювальний бачок 10 (Рис. 1.21), що виготовляється із пластмаси, містить певний об'єм охолоджувальної рідини й слугує для компенсації зміни об'єму охолоджувальної рідини в системі охолодження під час роботи двигуна.

Відцентровий водяний насос установлюється в передній частині блока циліндрів і забезпечує примусову циркуляцію рідини в системі охолодження. Він складається з алюмінієвого корпусу 16 (Рис. 1.24), в якому запресований сталевий стакан. У стакані розміщено два підшипники, на яких установлений вал 10. Підшипники заповнюються мастилом (змащувати їх не треба до ремонту). На передньому кінці вала напресовано маточину 11 вентилятора, а на задньому — чавунну крильчатку 5.

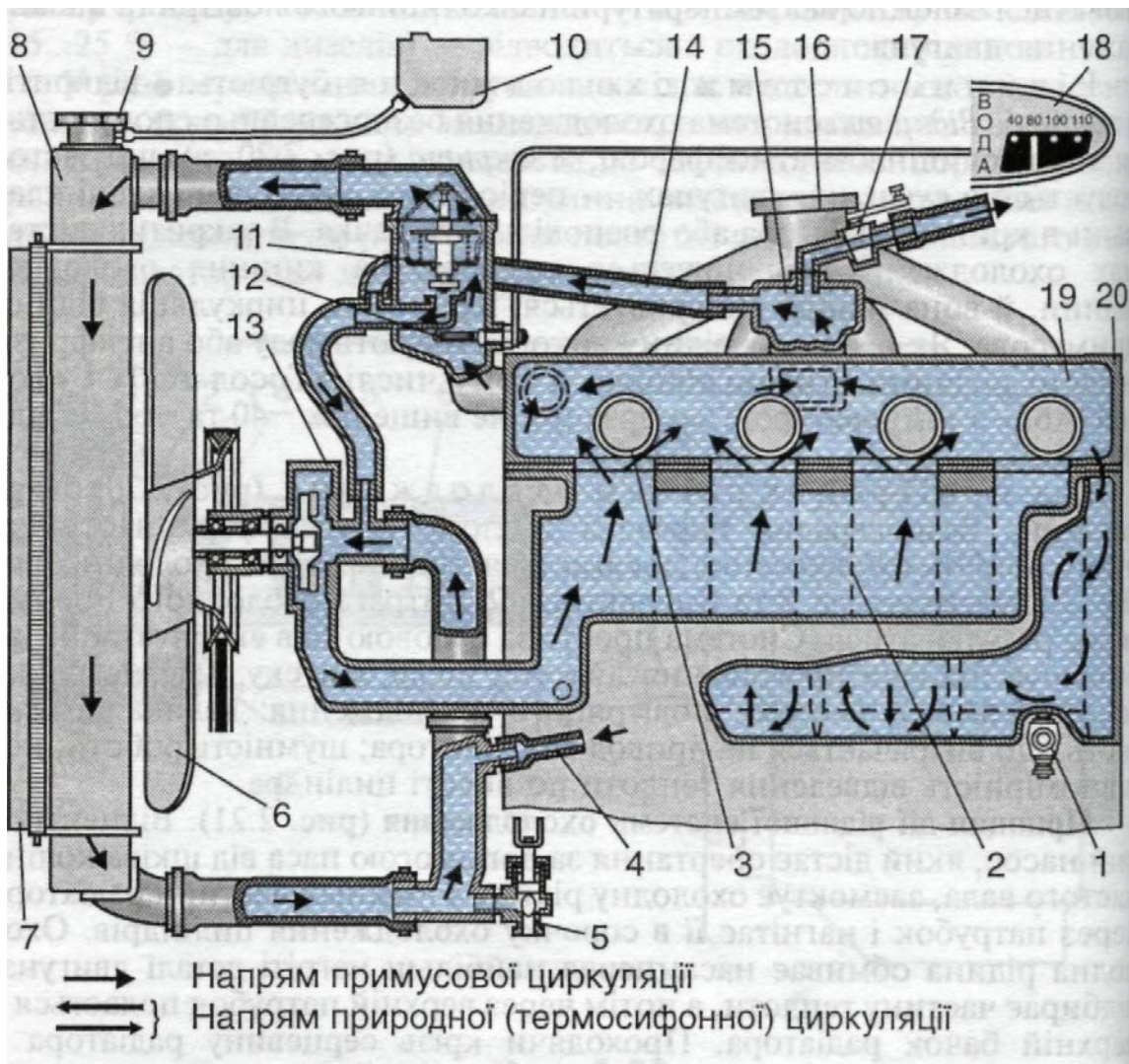


Рис. 1.21 - Схема системи охолодження двигуна автомобілів «Москвич»:

1,5 — зливальні краники; 2 — гільза циліндра; 3 — випускний трубопровід; 4 — відвідний шланг до опалювача; 6 — вентилятор; 7 — жалюзі радіатора; 8 — радіатор; 9 — кришка заливної горловини; 10 — розширювальний бачок; 11 — термостат; 12 — датчик показника температури охолоджувальної рідини; 13 — відцентровий насос; 14 — відвідний шланг камери підігрівання впускного трубопроводу; 15 — камера підігрівання впускного трубопроводу; 16 — впускний трубопровід; 17 — кран відбирання рідини в опалювач; 18 — показник температури охолоджувальної рідини; 19 — «сорочка» головки блока циліндрів; 20 — сорочка блока циліндрів

Ущільнення заднього кінця вала на виході його з корпусу досягається самоущільнювальним сальником з ущільнювальною шайбою 4, розміщеною всередині корпусу сальника, по поверхні якої своїм торцем ковзає крильчатка. Всередині корпусу сальника встановлено також гумову манжету 3 й розтискну пружину 14. Остання через латунні обойми 13 притискає торці манжети до корпусу ущільнювальної шайби 12 сальника. Щоб запобігти прониканню рідини в корпус насоса (в разі несправності сальника), в ньому зроблено дренажний (контрольний) отвір, крізь який рідина витікає назовні.

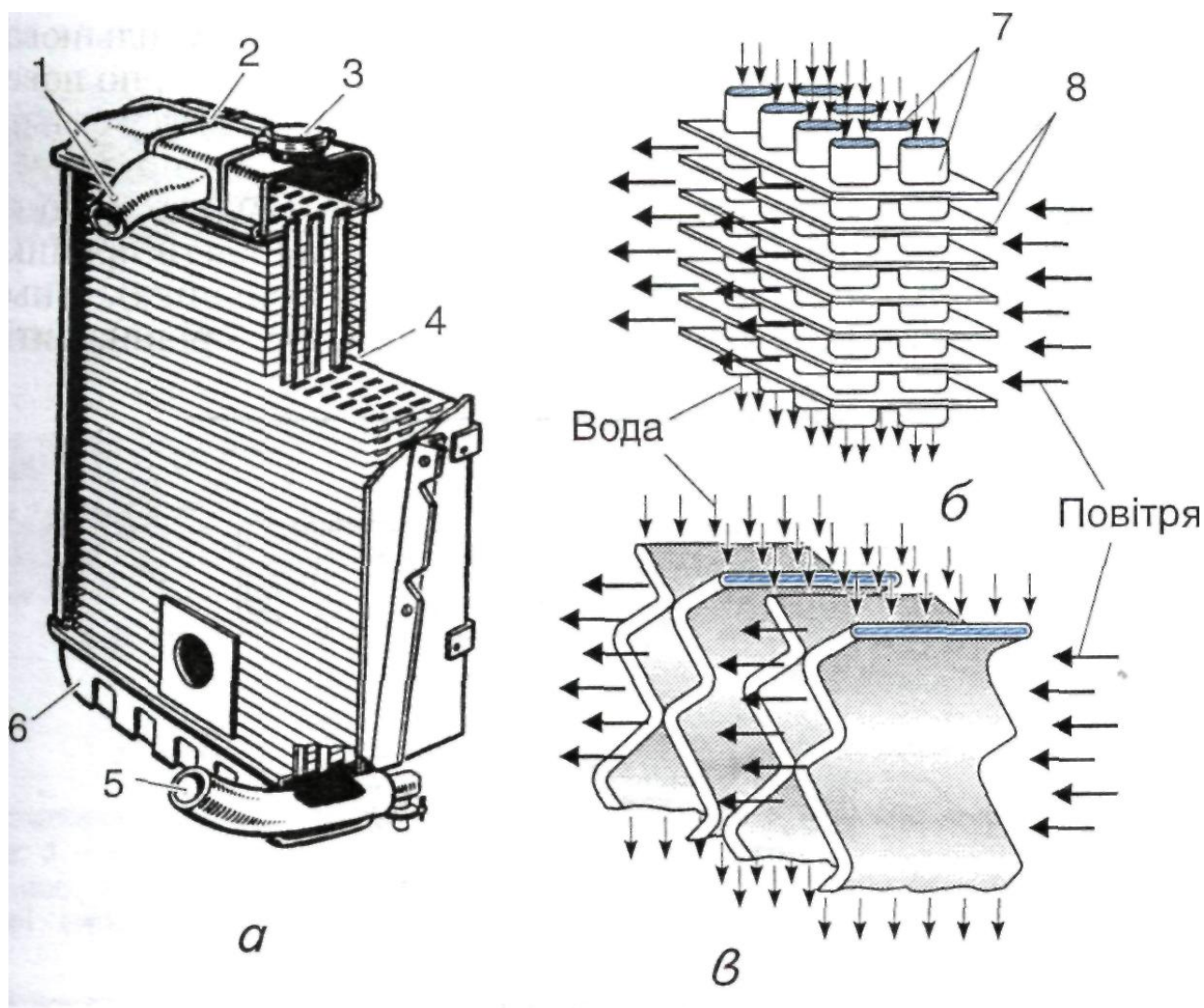


Рис 1.22

Радіатор:

а — будова; *б* — трубчаста серцевина; *в* — пластинчаста серцевина; / — верхній бачок із патрубком; 2 — паровідвідна трубка; 3 — заливна горловина з пробкою; 4 — серцевина; 5 — патрубок із зливальним краником; 6 — нижній бачок; 7 — трубки; 8 — поперечні пластини

Привод здійснюється трапецієподібним пасом від шківів колінчастого вала. Цим самим пасом приводиться в обертання генератор. Під час роботи двигуна крильчатка насоса своїми лопатками захоплює охолоджувальну рідину, що надходить з нижнього бачка радіатора, під дією відцентрової сили відкидає її до стінок корпусу й нагнітає в сорочку блока й головки циліндрів.

Вентилятор — чотирилопатевий, пластмасовий, слугує для створення сильного потоку повітря, що просмоктується через серцевину радіатора, для швидшого охолодження в ньому рідини. Лопаті вентилятора разом із приводним шківом кріпляться болтами до маточини вала відцентрового насоса.

Термостат — двоклапанний, призначений для прискорення підігрівання двигуна після пуску й автоматичного підтримання найвигіднішого теплового

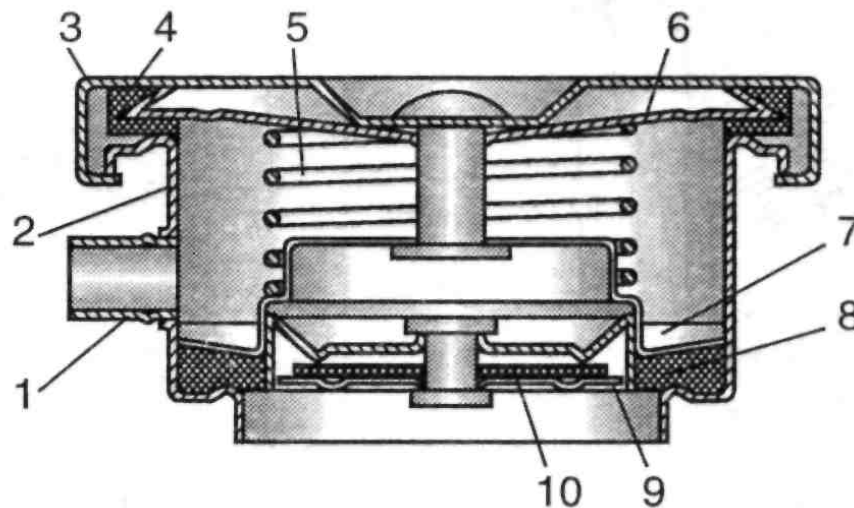


Рис 1.23 - Пробка радіатора:

1 — патрубок для приєднання трубки до розширювального бачка; 2 — горловина радіатора; 3 — кришка пробки; 4 — прокладка кришки; 5, 6 — пружини відповідно: випускного клапана та кришки; 7, 9 — відповідно випускний і перепускний клапани; 8, 10 — прокладки відповідно: випускного й перепускного клапанів назовні. Це запобігає також вимиванню мастила з підшипника. До маточини 11 вентилятора болтами прикріплюється шків привода відцентрового насоса та вентилятора.

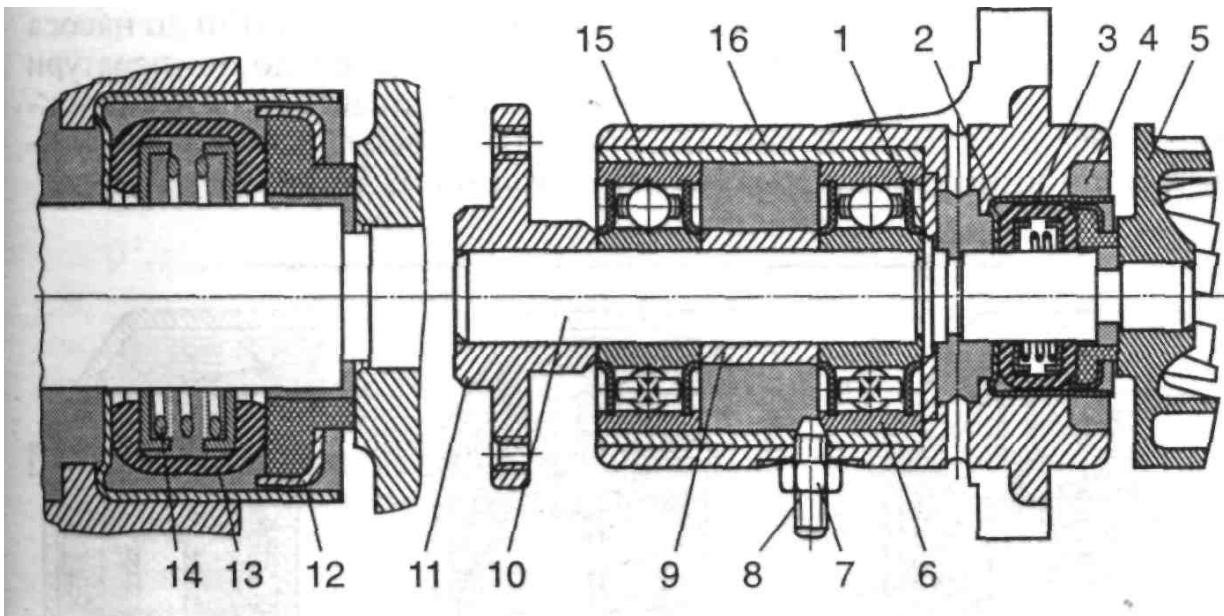


Рис 1.24 - Водяний насос автомобілів «Москвич»:

1 — стопорне кільце; 2 — корпус ущільнювача; 3 — манжета; 4 — ущільнювальна шайба; 5 — крильчатка; 6 — підшипник; 7 — контргайка; 8 — стопорний гвинт підшипника; 9 — розпірна втулка; 10 — вал; 11 — маточина; 12 — корпус ущільнювальної шайби; 13 — обойма; 14 — пружина; 15 — стакан підшипників; 16 — корпус насоса

режиму двигуна під час руху автомобіля. Його встановлюють у корпусі відповідного патрубка головки циліндрів. Термостат двигуна складається з корпусу 2 (Рис. 1.25), в якому розміщено рухоме осердя 4 з двома клапанами: перепускним 1 та основним 7. У початковому (верхньому) положенні осердя втримується поворотною пружиною 3. Всередині осердя розміщено: реактивний штифт 5, гумовий буфер 6, гумову діафрагму 8 і тверду термочутливу речовину — церезин (кристалічний віск) 9, що має великий коефіцієнт об'ємного розширення. Під час прогрівання двигуна після пуску (Рис. 1.25, а) основний клапан 7 закритий, а перепускний 1 — відкритий, і охолоджувальна рідина циркулює по малому колу, міняючи радіатор: від відцентрового насоса в «сорочку» охолодження й через перепускний клапан 1 термостата назад до насоса. Таким чином охолоджувальна рідина, циркулюючи тільки «сорочкою» охолодження, швидко нагрівається й прогріває двигун. У міру нагрівання охолоджувальної рідини церезин в осерді термостата починає плавитися й, розширюючись, вибиває діафрагму 8, передаючи через буфер 6 зусилля на штифт 5. Останній, упираючись у корпус, переміщує осердя 4 з клапанами вниз, відкриваючи основний клапан і прикриваючи перепускний.

При цьому нагріта рідина починає частково надходити через основний клапан 7 у радіатор, а частково — через перепускний до насоса (Рис. 1.25, б). Коли охолоджувальна рідина прогріється до температури 90...94 °С, основний клапан повністю відкривається, а перепускний — закривається. В цей час циркуляція всієї рідини відбуватиметься по великому колу через радіатор (Рис. 1.25, в).

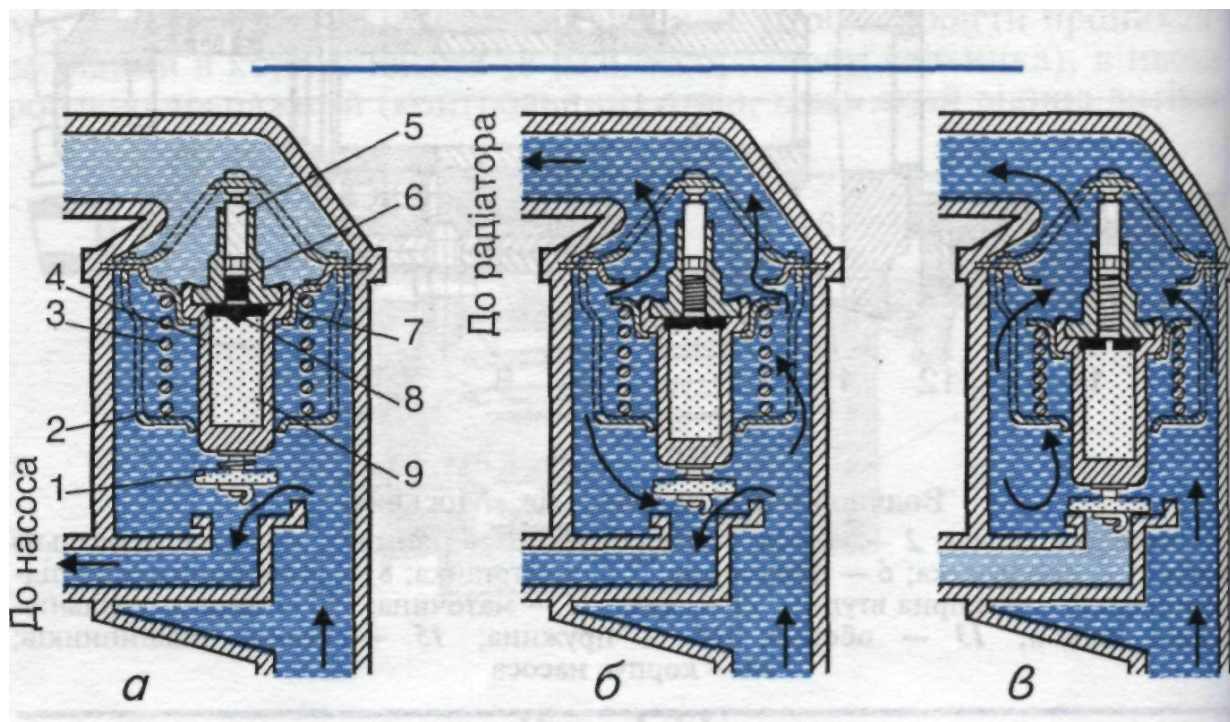


Рис 1.25 - Схема роботи термостата двигуна автомобілів «Москвич»:

а — циркуляція рідини по малому колу під час прогрівання холодного двигуна; б — циркуляція по малому та великому колам (початкове відкривання клапана); в — циркуляція по великому колу (повне відкриття клапана, двигун прогрітий до нормальної температури)

Жалюзі складаються з вертикальних пластин, шарнірно закріплених угорі та внизу перед радіатором. Повертання пластин для зміни кількості повітря, що проходить крізь серцевину радіатора, а отже, регулювання температури охолоджувальної рідини здійснюються рукояткою з місця водія. Коли рукоятка всунута до кінця, жалюзі відриті, й повітря вільно проходить крізь серцевину радіатора. Прикриваються жалюзі витягуванням рукоятки. Це потрібно для прискорення прогрівання двигуна й під час руху за низьких температур навколишнього повітря.

Для зливання охолодної рідини із системи є два зливальних краники. Один із них установлений з лівого боку на підвідному патрубку відцентрового насоса, закривається повертанням управо спеціальної тяги, шарнірно з'єднаної зі стержнем краника. Другий краник, розташований з правого боку в нижній частині сорочки блока циліндрів, закривається переміщенням тяги вниз. Для відкривання краника тягу переміщують угору.

§ 1.5. СИСТЕМА МАЩЕННЯ

У двигуні, що працює, багато деталей, які передають різні зусилля, стикаються й переміщуються одна відносно одної. На подолання сил, що виникають при цьому, витрачається частина потужності двигуна. Крім того, тертя призводить до нагрівання й спрацьовування деталей. Аби створити найкращі умови для роботи тертьових деталей двигуна, треба максимально зменшити сили тертя. Це досягається використанням для виготовлення деталей антифрикційних сплавів, якіснішим обробленням робочих поверхонь, застосуванням підшипників кочення. Головний і найефективніший спосіб зменшення сил тертя — введення шару мастила між тертьовими поверхнями. В цьому разі безпосереднє тертя робочих поверхонь деталей замінюється тертям шарів мастила між собою. Крім того, мастило охолоджує деталі, що змащуються, й забирає тверді частинки, які утворюються внаслідок спрацьовування тертьових поверхонь, запобігає корозії деталей, зменшує зазори.

До системи мащення входять: ♦ мастильний насос; ♦ фільтр (мастильно-очисник); ♦ мастильний радіатор; ♦ стержень для вимірювання рівня мастила; ♦ контрольні прилади — датчик і показчик тиску мастила. Для забезпечення циркуляції оливи в картері (блоці циліндрів), колінчастому й розподільному валах, коромислах виконано спеціальні мастильні канали. До системи мащення належать також пристрої для вентиляції картера.

У двигунах автомобілів, що вивчаються, застосовують комбіновану систему мащення: найбільш навантажені деталі змащуються під тиском, а решта — спрямованим розбризкуванням мастила, котра витікає із зазору між спряженими деталями.

У двигуні автомобіля ВАЗ-2105 під тиском змащуються корінні й шатунні підшипники колінчастого вала, підшипники й кулачки розподільного

вала, підшипники вала приводу паливного насоса та розподільника запалювання.

У двигуні автомобіля «Москвич-2140» (Рис. 1.26) під тиском змащуються корінні й шатунні підшипники колінчастого вала, підшипники розподільного вала, осі коромисел клапанів, кулачки й упорний фланець розподільного вала, шестерні приводу мастильного насоса та розподільника запалювання, ведена зірочка й ланцюг приводу розподільного вала. Розбризкуванням змащуються стінки циліндрів та поршні, поршневі пальці, ведуча зірочка й пристрій для натягання ланцюга привода розподільного вала, валик приводу розподільника запалювання, стержні та напрямні втулки клапанів.

У двигуні ЗМЗ-66 (Рис. 1.27) під тиском змащуються корінні й шатунні підшипники колінчастого вала, підшипники розподільного вала, осі коромисел, вал приводу переривника-розподільника й мастильного насоса. Циліндри, втулки верхніх головок шатунів, стержні клапанів, поршневі кільця, штовхачі та кулачки розподільного вала змащуються розбризкуванням мастила. Шестерні приводу розподільного вала змащуються мастилом, що стікає з фільтра очищення, а привід переривника-розподільника та його шестерні — мастилом, яке надходить із порожнини, розташованої між п'ятою шийкою розподільного вала та заглушкою блока циліндрів. У системі мащення передбачений мастильний радіатор, що встановлюється перед радіатором системи охолодження й вмикається відкриванням крана на корпусі мастильного фільтра.

У двигуні автомобіля КамАЗ-740 (Рис. 1.28) мастило з піддона через мастилоприймач засмоктується в дві секції мастильного насоса. З нагнітальної секції насоса каналом у правій стінці блока циліндрів мастило подається в корпус повнопотокового фільтра, де воно очищається, проходячи крізь два фільтрувальних елементи, й надходить до головної мастильної лінії. Звідти каналами в блоці й головках циліндрів олива підводиться до корінних підшипників колінчастого вала, підшипників розподільного вала, втулок коромисел і каналом у штангах клапанів — до штовхачів. До шатунних підшипників колінчастого вала мастило надходить каналом усередині колінчастого вала.

Мастило, що знімається зі стінок циліндрів мастилознімним кільцем, крізь отвори в канавці кільця та отвори в поршні відводиться всередину його і змащує опори поршневого пальця в бобишках поршня та у верхній головці шатуна. З каналу в задній стінці блока циліндрів мастило під тиском трубкою подається до підшипників компресора. З каналу в передній стінці блока циліндрів мастило спрямовується до підшипників паливного насоса високого тиску. З головної лінії мастило під тиском подається до термосилового датчика, який керує роботою гідромуфти приводу вентилятора залежно від температури рідини в системі охолодження.

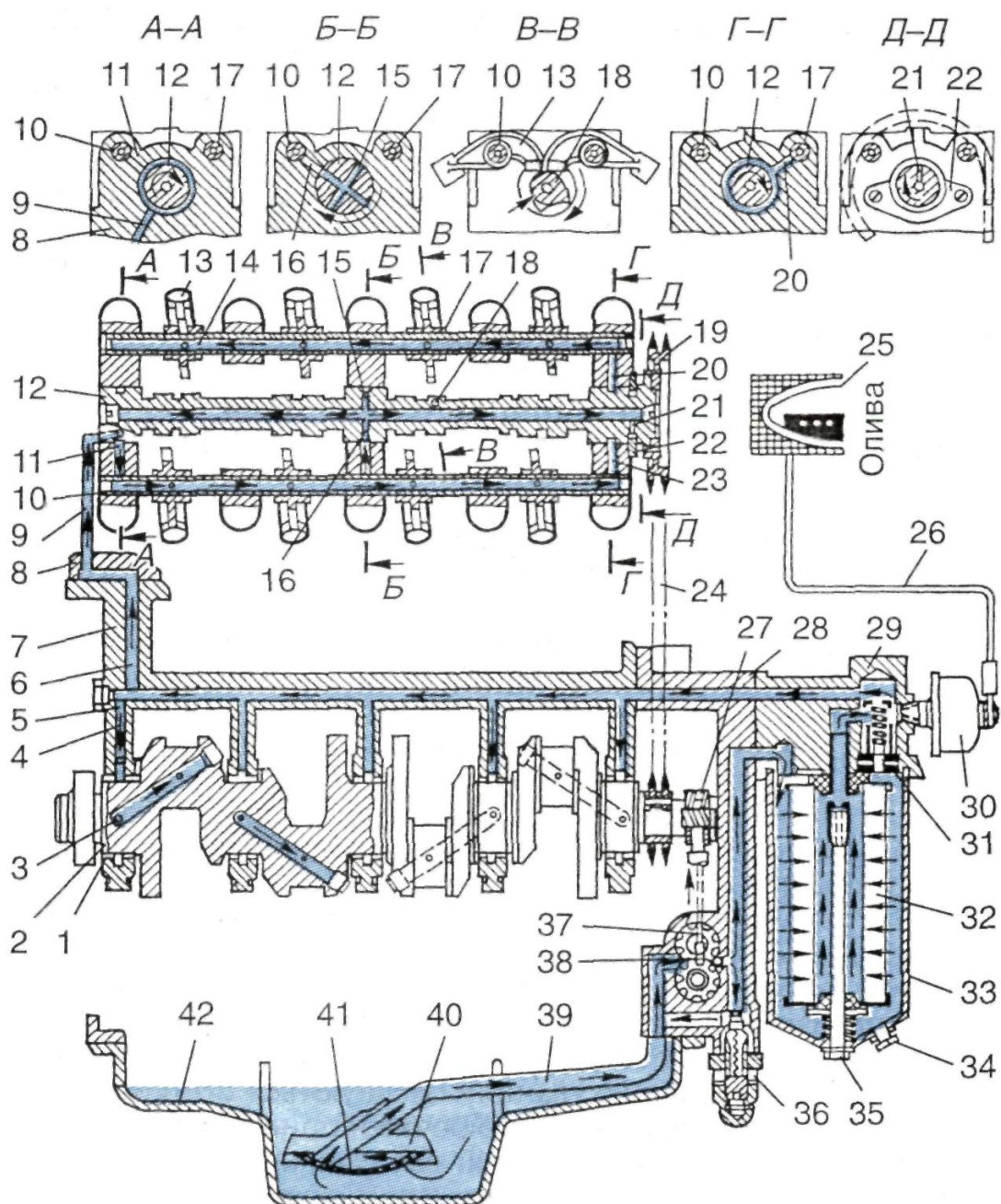


Рис. 1.26 - Схема системи мащення двигуна автомобіля «Москвич-2140»:

1 — вкладиш підшипника; 2 — колінчастий вал; 3, 4 — канали підведення мастила відповідно до шатунного й корінного підшипників; 5 — головна мастильна лінія; 6 — канал підведення мастила до головки блока циліндрів; 7 — блок циліндрів; 8 — головка блока циліндрів; 9 — канал підведення мастила до задньої опорної шийки розподільного вала; 10 — вісь випускних клапанів; 11 — підведення мастила до каналу осі випускних клапанів; 12 — розподільний вал; 13 — коромисло; 14 — канал для мащення маточини коромисла; 15 — канал підведення мастила до внутрішньої порожнини розподільного вала; 16 — канал підведення мастила до середньої опорної шийки розподільного вала; 17 — вісь коромисел впускних клапанів; 18 — канал для мащення опорної п'яти коромисла; 19 — ведена зірочка приводу механізму газорозподілу; 20 — канал підведення мастила до внутрішньої порожнини осі коромисел впускних клапанів; 21 — канал підведення мастила до упорного фланця розподільного вала та на втулково-роликів ланцюг; 22 — упорний фланець; 23 — канал підведення мастила до передньої опорної шайби розподільного вала; 24 — втулково-роликів ланцюг; 25 — показник тиску мастила; 26 — провід; 27 — привід мастильного насоса; 28 — нижня кришка картера приводу механізму газорозподілу; 29 — кришка корпусу повнопотокового фільтра; 30 — датчик показника тиску мастила; 31 — перепускний клапан; 32 — фільтрувальний елемент; 33 — корпус повнопотокового фільтра; 34 — пробка зливного отвору; 35 — центральний стяжний болт; 36 — редукційний клапан; 37 — канал для подавання мастила до шестерень приводу мастильного насоса; 38 — мастильний насос; 39 — трубка мастилоприймача; 40 — мастилоприймач; 41 — фільтрувальна сітка мастилоприймача; 42 — піддон картера

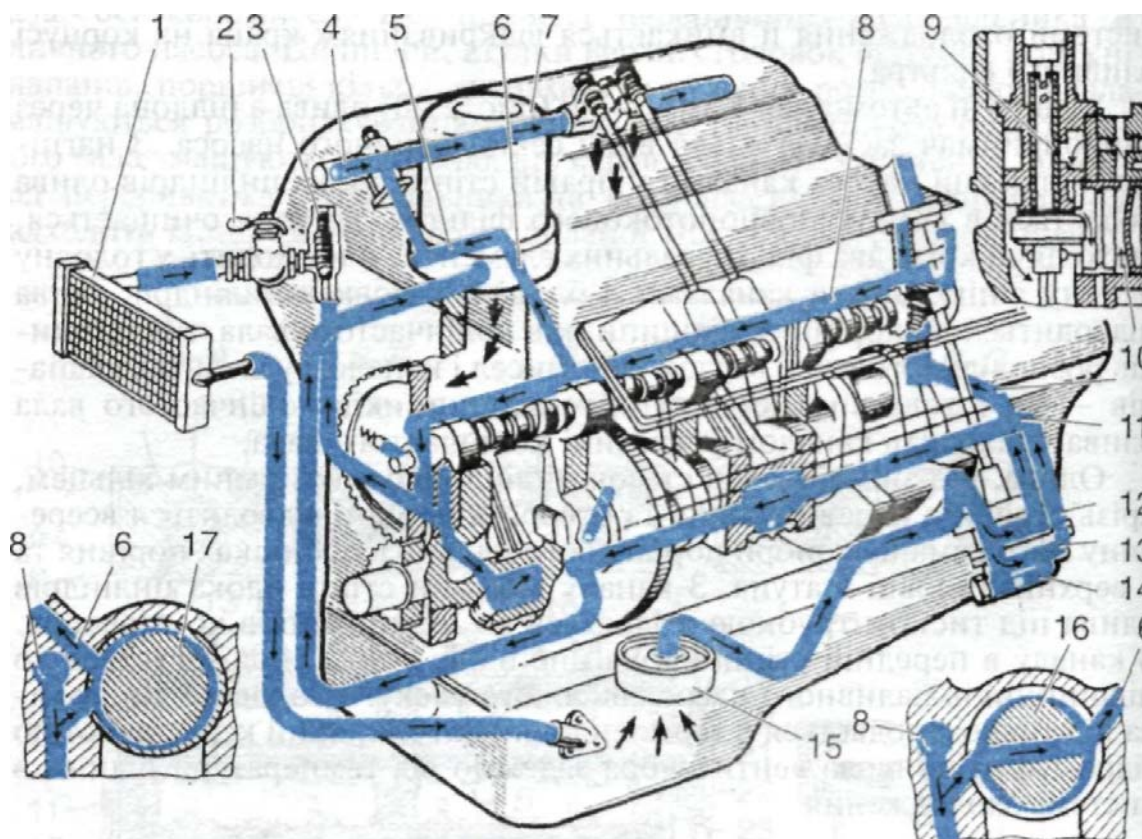


Рис. 1.27 - Схема системи мащення двигуна ЗМЗ-66:

1 — мастильний радіатор; 2 — кран мастильного радіатора; 3 — запобіжний клапан; 4 — порожнина осі коромисел; 5 — канал у головці блока; 6 — канал у блоці; 7 — відцентровий фільтр; 8 — головна мастильна лінія; 9 — отвір у корпусі розподільника; 10 — порожнина; 11 — мастильна лінія фільтра відцентрової очистки; 12, 13 — відповідно основна й додаткова секції насоса; 14 — редукційний клапан; 15 — мастилоприймач; 16, 17 — відповідно четверта й друга шийки розподільного вала

З радіаторної секції насоса мастило надходить до фільтра відцентрового очищення й, проходячи через радіатор, зливається в піддон. Якщо кран мастильного радіатора закритий, то мастило з центрифуги зливається в піддон картера через зливальний клапан.

Для створення найкращих умов мащення в системі має підтримуватися певний тиск: 0,2...0,4 МПа в легкових автомобілях, 0,4...0,6 МПа — у вантажних.

Мастильний насос створює тиск мастила й забезпечує циркуляцію його в системі мащення.

Шестеренчастий мастильний насос двигуна автомобіля ВАЗ-2105 складається з корпусу 7 (Рис. 1.29, а), в якому встановлено дві шестерні: ведучу 8, ведену 6. Остання вільно обертається на осі 9, а першу жорстко закріплено на валу 10. На іншому кінці цього вала розміщено шестерню 12 вала приводу, яка входить у зачеплення з гвинтовою шестернею 11 додаткового вала, що дістає обертання від колінчастого вала двигуна. В автомобілях «Москвич» привід мастильного насоса здійснюється безпосередньо від колінчастого вала двигуна.

Щоб запобігти підвищенню тиску мастила понад допустиме значення, в корпусі мастильного насоса встановлюють редукційний клапан 3.

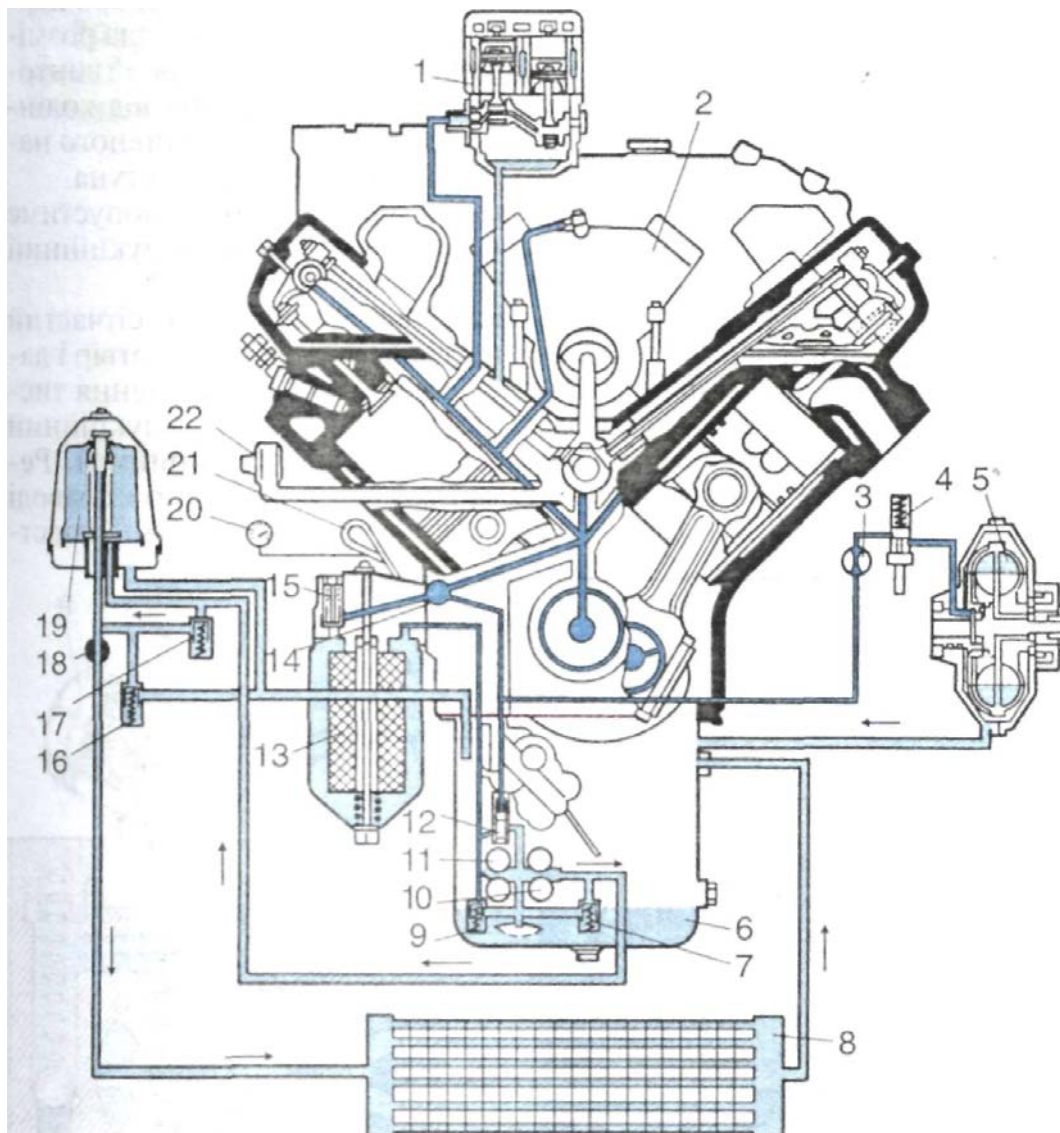


Рис 1.28 - Схема системи мащення дизеля КамАЗ-740:

1— компресор; 2— паливний насос високого тиску; 3 — кран умикання гідромуфти; 4 — термосиловий датчик; 5 — гідромуфта приводу вентилятора; 6 — піддон; 7— запобіжний клапан радіаторної секції; 8 — мастильний радіатор; 9, 12— відповідно: запобіжний та диференціальний клапани; 10, 11 — відповідно: радіаторна й нагнітальна секції оливного насоса; 13 — повнопоточковий фільтр; 14 — головна мастильна лінія; 15 — перепускний кран фільтра; 16 — зливальний кран центрифуги; 17— обмежувач; 18 — кран; 19 — центрифуга; 20 — манометр; 21 — щуп; 22 — сапун

Під час роботи двигуна насос засмоктує мастило крізь сітчастий фільтр 1 мастилоприймача 2 - й подає її під тиском у вихідний отвір і далі каналом — в мастильний фільтр (Рис. 1.29, б). У разі підвищення тиску в системі понад допустиме значення відкривається редукційний клапан, і частина мастила пропускається назад до мастилоприймача. Редукційний клапан у двигуні автомобіля ВАЗ відрегульовано на заводі на тиск приблизно 0,45 МПа за допомогою пружини певної жорсткості, тому регулювати клапан під час експлуатації автомобіля не треба. У двигуні автомобіля «Москвич» редукційний клапан легко доступний, і в разі потреби його можна відрегулювати.

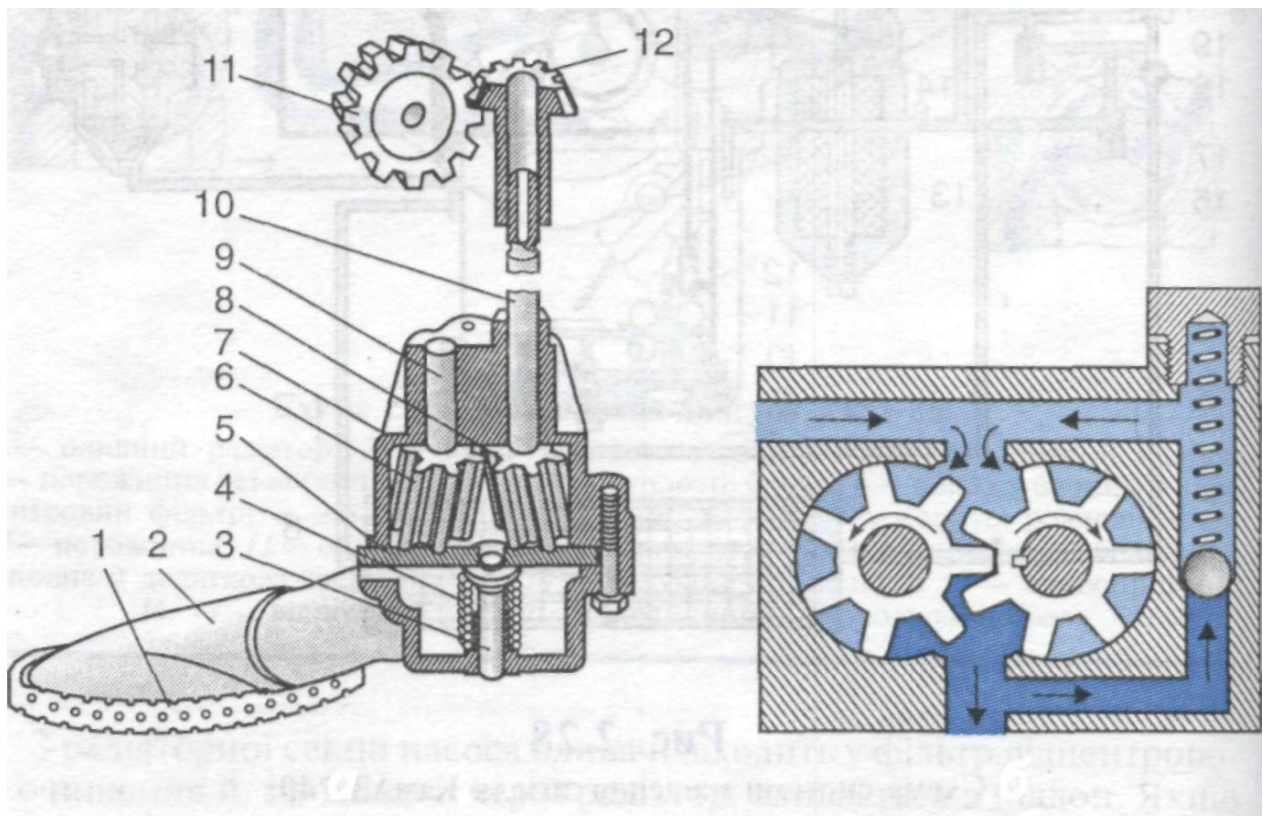


Рис. 1.29 - Шестірінчастий мастильний насос двигуна автомобіля ВАЗ-2105:
 а — будова (7 — сітчастий фільтр; 2 — мастилоприймач; 3 — редукційний клапан; 4 — пружина клапана; 5 — кришка; 6, 8 — відповідно ведена й ведуча шестірни; 7 — корпус; 9 — вісь веденої шестірни; 10 — вал приводу; 11 — шестірня-привід; 12 — шестірня вала приводу; б — принцип дії

Шестірінчастий двосекційний мастильний насос дизеля КамАЗ-740 (Рис. 1.30) кріпиться на нижній площині блока циліндрів. Секція з високими шестірнями 3 та 6 подає мастило до головної лінії двигуна й називається *нагнітальною*; секція з шестернями 8 спрямовує мастило у відцентровий фільтр та мастильний радіатор і називається *радіаторною*.

В корпусах секцій встановлено запобіжні клапани, відрегульовані на тиск відкриття 0,8...0,85 МПа. Диференціальний клапан, який розміщено в корпусі, обмежує тиск у головній лінії; його відрегульовано на тиск початку відкриття 0,40...0,45 МПа.

У непрогрітому двигуні тиск у системі мащення може настільки зрости, що спричинить руйнування мастильних ліній. Для запобігання цьому й забезпечення нормальної подачі мастила в системі передбачено редукційний клапан.

Мастильний фільтр слугує для чищення мастила від частинок металу (продуктів спрацювання), нагару, смол, пилу. В автомобілях, що вивчаються, встановлюється один мастильний фільтр. Крізь нього проходить усе мастило, що подається насосом. Такі фільтри називають *повнопоточковими*.

У двигунах автомобілів ВАЗ застосовується нерозбірний мастильний фільтр (Рис. 1.31), що складається з корпусу 1, в якому встановлено фільтрувальний елемент 6 (основна частина його — паперова, а додаткова — зі штучного

віскозного волокна), перепускний 4 протидренажний 3 клапани. Останній становить манжету з мастиlostійкої гуми, що вільно пропускає мастило в корпус фільтра, але не дає змоги їй витікати з корпусу в піддон картера, коли двигун не працює. Таким чином у корпусі фільтра й каналах постійно зберігається запас мастила, що, своєю чергою, забезпечує подачу мастила до тертьових поверхонь відразу після пуску двигуна. Якщо фільтрувальний елемент дуже забруднився, то відкривається перепускний клапан 4, і неочищене мастило, минаючи фільтр, надходить до тертьових поверхонь.

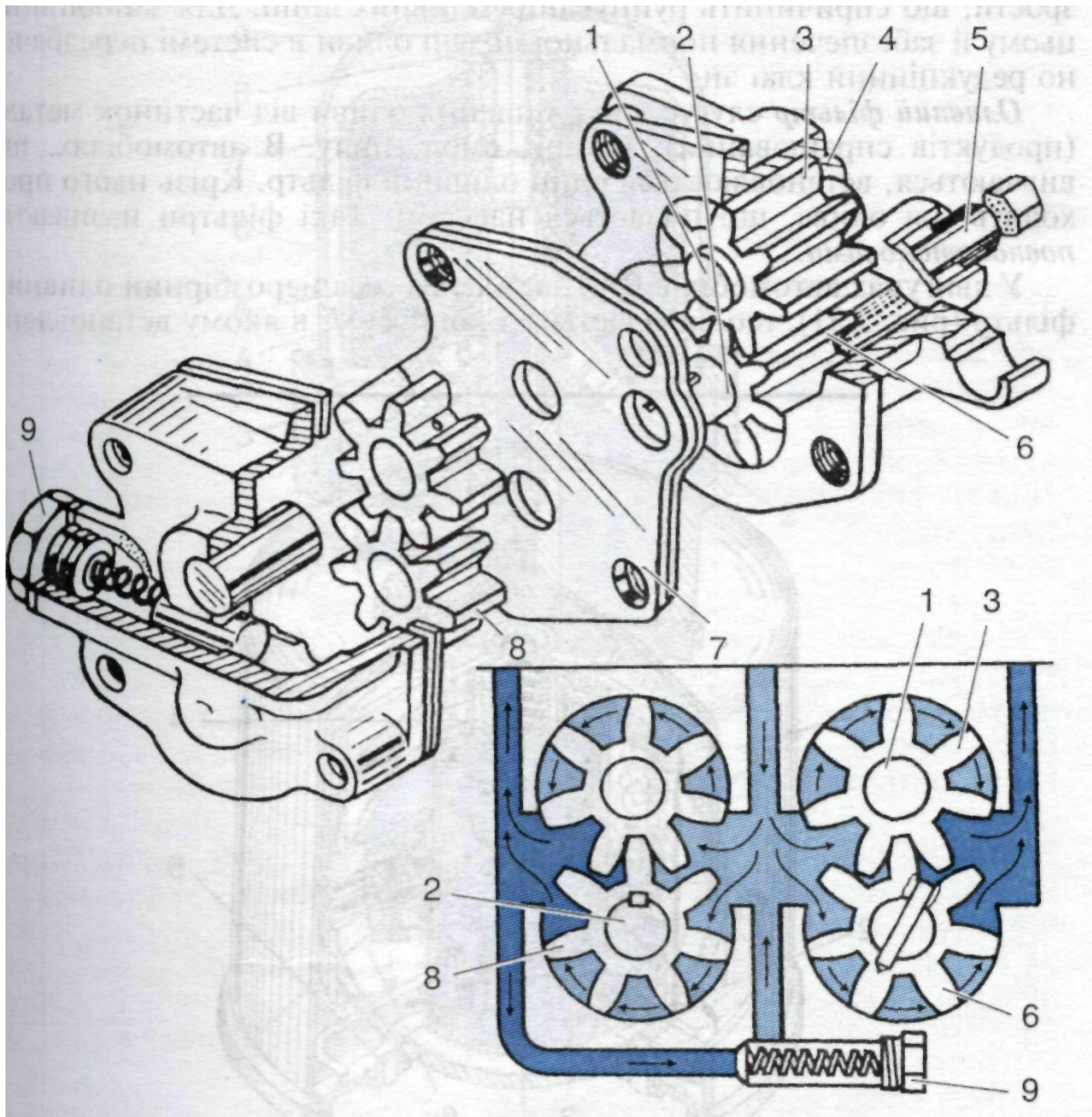


Рис. 1.30 - Оливний насос дизеля КамАЗ-740:

1— вісь веденої шестірни нагнітальної секції; 2— ведучий валик; 3— ведена шестірна нагнітальної секції; 4— корпус нагнітальної секції; 5— проміжний валик приводу; 6— ведуча шестірна нагнітальної секції; 7— проставка; 8— шестірна радіаторної секції; 9— редуційний клапан

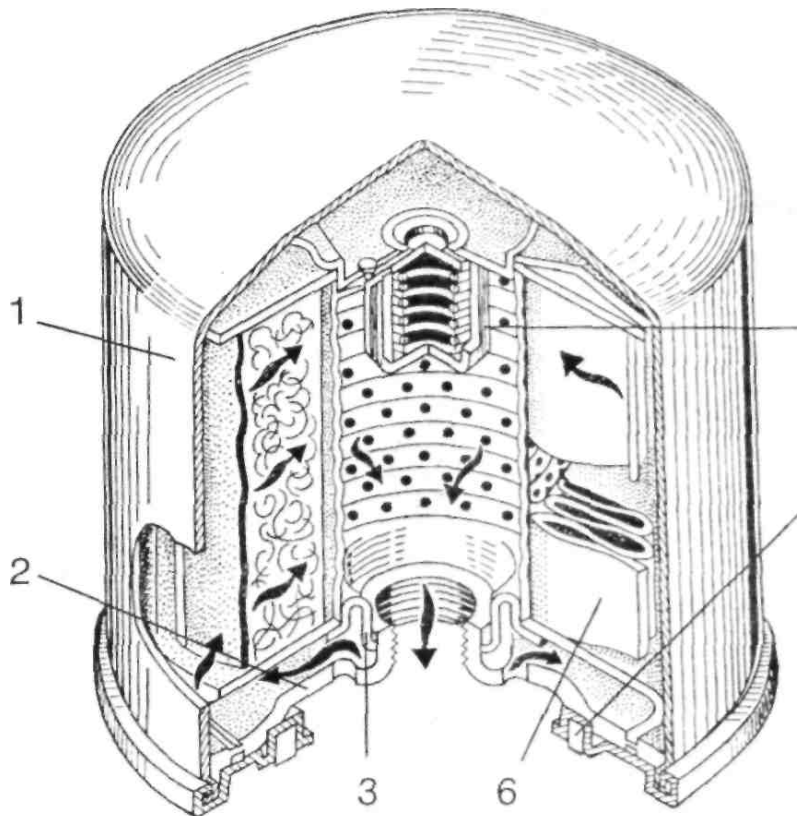


Рис 1.31 - Оливний фільтр двигунів автомобілів ВАЗ:

1 — корпус; 2 — дно корпусу; 3 — протидренажний клапан; 4 — перепускний клапан;
5 — ущільнювальна прокладка; 6 — фільтрувальний елемент

В автомобілях «Москвич» оливний фільтр складається з корпусу 33 (Рис. 1.26), змінного фільтрувального елемента 32, кришки 29, гумових ущільнювальних кілець, підтискної пружини, перепускного клапана 31, центрального стяжного болта 35, пробки 34 зливного отвору та датчика 30 показника тиску мастила. Перепускний клапан пропускає мастило в головну мастильну лінію в разі засмічення фільтрувального елемента (перепад тисків на вході й виході $-0,09 \dots 0,10$ МПа).

У двигунах ЗІЛ-130, КамАЗ, ЗМЗ-53 встановлений фільтр відцентрової очистки з реактивним приводом (Рис. 1.32). Фільтр складається з корпусу, на осі якого на підшипнику встановлений ротор із ковпаком. Знизу ротора розміщені два жиклери з отворами, спрямованими в різні боки, а також фільтрувальну сітку. Ковпак закріплений на осі ротора за допомогою гайки й закритий зверху нерухомим кожухом із баранчиком. Ротор обертається під дією струменя мастила, яке під тиском викидається крізь два жиклери. Коли ротор обертається, важкі частинки, що забруднюють мастило, відкидаються на стінки ковпака й там осідають.

В автомобілі КамАЗ, крім відцентрового очищення, встановлюється повнопоточний фільтр (Рис. 1.33) з двома змінними картонними фільтрувальними елементами.

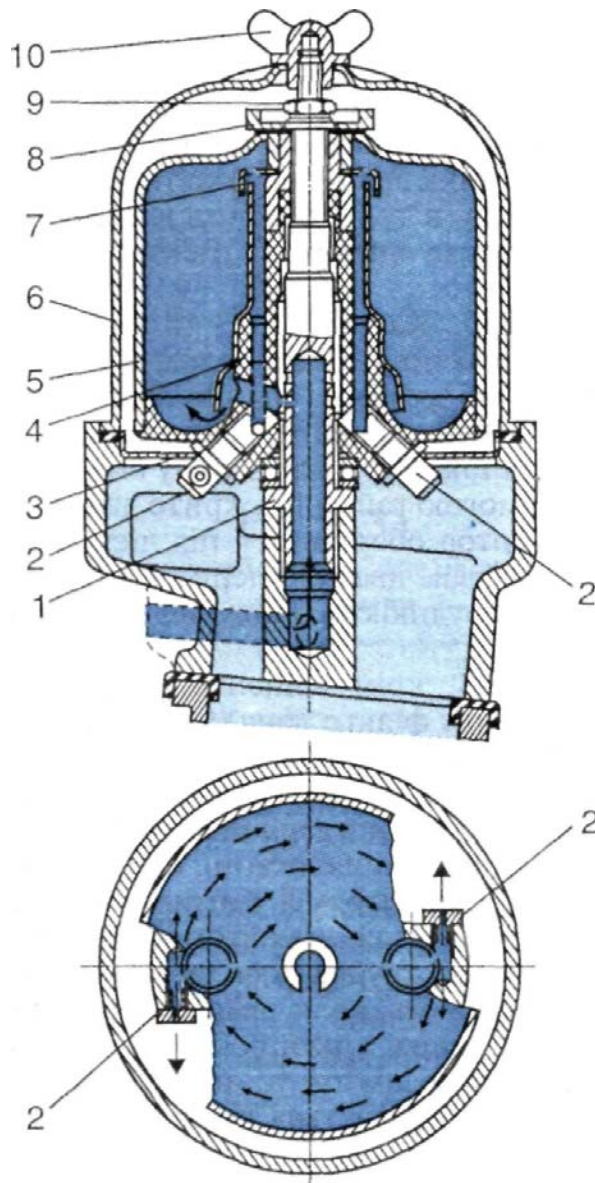


Рис. 1.32 - Фільтр відцентрової очистки оливи двигуна ЗМЗ-53:

1 — вісь ротора; 2 — жиклер; 3 — піддон; 4 — ротор; 5 — ковпак ротора; 6 — кожух фільтра; 7 — фільтрувальна сітка; 8 — гайка кріплення ковпака; 9 — гайка кріплення ротора; 10 — гайка-баранець кріплення кожуха

Масильний радіатор призначений для охолодження мастила, що нагрівається внаслідок зіткнення з гарячими деталями. У двигунах легкових автомобілів достатнє охолодження мастила забезпечується обдуванням піддона картера повітрям і вентиляцією картера. У важких умовах роботи двигунів вантажних автомобілів треба вмикати масильний радіатор. Наприклад, трубчасто-пластинчастий масильний радіатор (Рис. 1.22) вмикають, коли температура атмосферного повітря перевищує 20 °С, а також у разі роботи автомобіля у важких дорожніх умовах. Масильний радіатор установлюється перед радіатором системи охолодження й умикається відкриванням крана на корпусі масильного фільтра.

Вентиляція картера потрібна для підтримання в ньому нормального тиску й видалення парів бензину та газів, що прориваються крізь нещільності поршневих кілець і спричинюють корозію деталей, забруднення й розрідження мастила. Крім того, внаслідок потрапляння в картер відпрацьованих газів в ньому підвищується тиск, що призводить до руйнування ущільнень та появи течі мастила під час роботи двигуна.

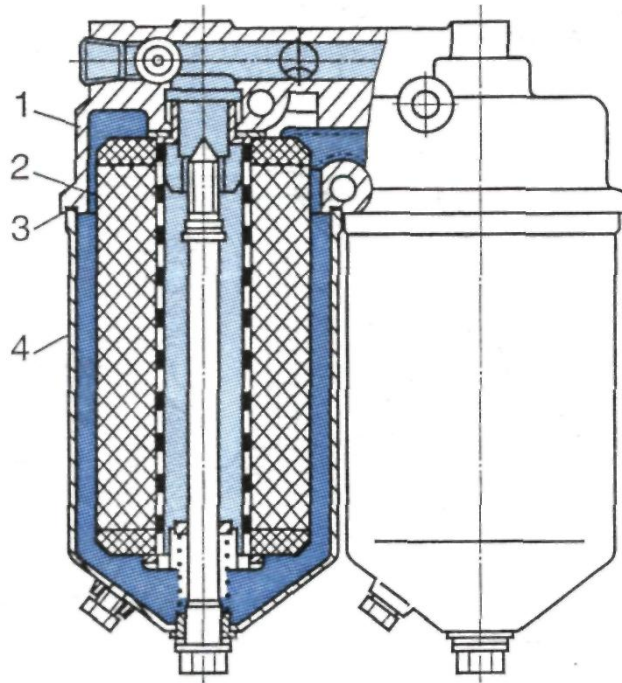


Рис 1.33 - Повнопоточковий мастильний фільтр дизелів автомобілів КамАЗ:

1 — кришка; 2 — фільтрувальний елемент; 3 — прокладка; 4 — ковпак

У розглянутих вище двигунах вентиляція картера здійснюється примусово відведенням газів через витяжний шланг і повітроочисник у циліндри двигуна, де відбувається згоряння їх. Для очищення картерних газів від мастил та смол у системі вентиляції є фільтр і мастило-віддільник.

У двигунах автомобілів ВАЗ відсмоктування картерних газів у змішувальну камеру карбюратора регулюється за допомогою спеціального золотника 1 (Рис. 1.34), розташованого на осі дросельних заслінок карбюратора. Під час роботи двигуна з малою частотою обертання колінчастого вала на холостому ходу картерні гази відсмоктуються в невеликій кількості крізь калібрований отвір 2 золотникового пристрою. Коли відкривається дросельна заслінка, разом з її віссю повертається золотник і через канавку, що є в ньому, сполучає шланг 5 відведення картерних газів безпосередньо із задросельним простором карбюратора, за рахунок чого підвищується інтенсивність вентиляції картера зі збільшенням навантаження на двигун.

У двигуна автомобіля «Москвич» із карбюратором ДААЗ система вентиляції така ж сама.

The image is a technical drawing of a mechanical device, likely a pump or engine component, shown in a cross-sectional view. The main assembly is labeled with numbers 1 through 13. The top part of the drawing shows a curved housing (10) with internal components including a piston (11) and a connecting rod (12). A central shaft (13) is visible at the bottom. Arrows indicate the flow of fluid or gas through various ports and valves. Two detailed views of a valve mechanism are shown in the bottom left corner, labeled 'a' and 'b'. View 'a' shows the valve in a closed position, while view 'b' shows it in an open position, allowing fluid to pass through. The drawing is a black and white line drawing with hatching used to indicate different materials or sections.

a — на малій частоті обертання холостого ходу; *б* — при відкриванні дросельної заслінки карбюратора; *1* — золотник; *2* — калібрований отвір; *3* — впускний трубопровід; *4* — дросельна заслінка; *5* — шланг відведення газів у дросельний простір; *6* — карбюратор; *7* — повітроочисник; *8* — всмоктувальний патрубок *9* — полум'ягасник; *10* — шланг; *11* — кришка мастиловіддільника; *12* — мастиловіддільник; *13* — зливальна трубка оливи віддільника

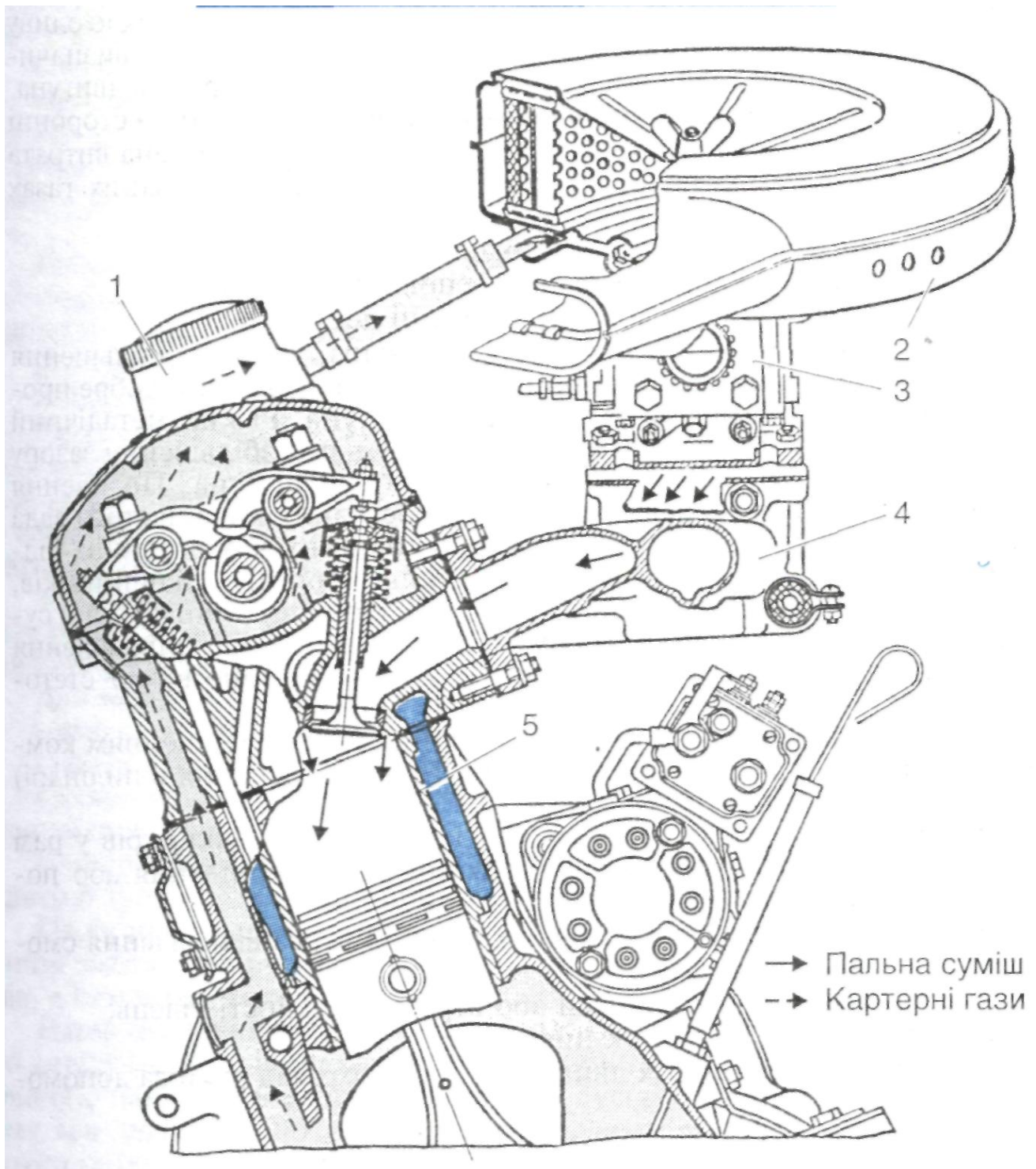


Рис. 1.35 - Схема вентиляції картера двигуна автомобіля «Москвич-2140»:
 1 — мастилозаповнювальна горловина; 2 — повітроочисник; 3 — карбюратор; 4 — впускний трубопровід; 5 — циліндр

§ 2 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК ДВИГУНА

Вихідні дані:

Потужність генератора, N_{Γ} , кВт

Частота обертання колінчатого вала, n , об/хв

Тиск повітря на вході в циліндр, P_{κ} , МПа

Температура повітря на вході в циліндр, t_{κ} , °С

Число циліндрів, i

Ступінь стиску, ε

Коефіцієнт надлишку повітря, α

Елементарний склад палива: C, H, Q

2.1 Визначення параметрів робочого тіла наприкінці такту наповнення

При розрахунку приймаємо:

$$P_0 = 0,1033 \text{ МПа}; T_0 = 293 \text{ °K}$$

Приймаємо, що охолодження двигуна рідинне з температурою вхідної води 90-95 °С. Двигун проектуємо як швидкохідний із середньою швидкістю поршня $C_{m2} = 6,0$ м/сек.

$$\text{Тиск: } Pa = 0,95 \cdot P_{\kappa}, \text{ МПа}$$

Тиск у резервуарі турбіни:

$$Pr = 0,86 \cdot P_{\kappa}, \text{ МПа}$$

Тиск залишкових газів:

$$P_{\gamma} = 1,05 \cdot Pr, \text{ МПа}$$

Температуру залишкових газів вибираємо в межах: $T_{\gamma} = 600 - 800^{\circ}\text{K}$;
але т.к $P_{\kappa} > 1,5$ то,

Приймаємо $T_{\gamma} = 700^{\circ}\text{K}$

Підвищення температури повітря в процесі наповнення T лежить у межах $\Delta T = 0 - 20^{\circ}\text{C}$. Вибираємо $\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$.

Коефіцієнт залишкових газів γ характеризує якість очищення циліндра, значно впливає на наповнення циліндра. Основна тенденція в розвитку двигунів стосовно γ зводиться до зниження цього коефіцієнта до можливо мінімального значення:

$$\gamma = \frac{T_k + \Delta T}{T_c} \cdot \frac{P_c}{\varepsilon P_a - P_c}.$$

ΔT залежить від навантаження, числа оборотів, від умов охолодження двигуна, а так само від конструктивних особливостей двигуна, наприклад, від відсутності або наявності охолодження поршня, продувки камери згоряння охолодженим повітрям, завихренні повітря при його надходженні в циліндр. Вище ΔT прийняли таким, що дорівнює 20°C

тоді $\gamma =$

Температура повітря наприкінці такту наповнення визначається:

$$T_a = \frac{T_k + \Delta T + \gamma T_c}{1 + \gamma}, \quad ^\circ\text{K}.$$

Коефіцієнт наповнення η_v знаходимо за формулою:

$$\eta_v = \frac{1}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{P_a}{P_k} \cdot \frac{T_k}{T_a} \cdot \frac{1}{1 + \gamma}$$

Значення η_v при незмінному ступені стиску ε температури й тиску на вході у впускну систему (T_0 и P_0) залежить від трьох факторів: P_a , P_2 , ΔT .

При $\varepsilon = \text{const}$ коефіцієнт наповнення 4-х тактного двигуна залежить від ступеня зниження тиску $\frac{P_a}{P_0}$, ступеня підігріву заряду, від нагрітих поверхонь стінок і деталей циліндрової групи $\frac{T_0 + \Delta T}{T_0}$, від ступеня зниження тиску в циліндрі при наповненні.

2.2 Визначення параметрів робочого тіла в процесі стиску

Процес стиску протікає політронно з деяким середнім значенням показника політропи n_l . Показник політропи визначається оборотами двигуна, навантаженням, розмірністю циліндрів. Найбільший вплив на n_l роблять оберти

колінчатого вала. Зі збільшенням обертів треба підвищувати значення n_1 .
Приймаємо значення політропи стиску $n_1=1,38$.

Значення показника політропи визначається характером теплообміну між робочим тілом і стінками. Фактори, що зменшують відвід тепла від робочого тіла в процесі стиску, наближають процес до адіабатичного й отже збільшує показник політропи стиску.

Температура і тиск наприкінці стиску: $T_c = T_a \cdot \varepsilon^{n_1-1}$; $P_c = P_a \cdot \varepsilon^{n_1}$

Температура T_c зростає з підвищенням початкової температури T_a , ступеня стиску ε і показника політропи $n_1=1,378$. Маємо:

$$T_c = T_a \cdot \varepsilon^{n_1-1}, \quad ^\circ K$$

$$P_c = P_a \cdot \varepsilon^{n_1}, \quad \text{МПа}$$

Тиск зростає з підвищенням початкового тиску P_a , ступеня стиску ε і показником політропи стиску n_1 .

Тиск стиску в проміжних крапках діаграми визначається за формулою:

$$P_{сж} = P_a \cdot \left(\frac{l_a}{l} \right)^{n_1}, \quad \text{МПа}$$

де : l_a – відрізок по осі абсцис відповідному повному обсягу циліндра V_a ;

l – відрізок по осі абсцис відповідному обсягу під поршнем V у проміжній крапці процесу стиску.

З огляду на це на діаграмі P-V обсяги зображуються пропорційними їм відрізками, приймаючи за базу відрізок $l_h=200$ мм , відповідному робочому об'єму V_h . Можна записати:

$$l_c = \frac{l_h}{\varepsilon - 1} = \text{мм};$$

$$l_a = l_h + l_c = l_h \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \quad \text{мм}$$

Таблиця №1 - Результати розрахунків

$l, \text{мм}$	214,3	107,2	53,6	35,7	26,8	19,5	14,3
la/l	1	2	4	6	8	11	14,9
$(la/l)^{n1}$	1	2,6	6,77	11,85	17,63	27,36	41,59
$P_{сж}, \text{МПа}$							

За результатами розрахунку будуємо політропу розширення.

2.3 Визначення параметрів робочого тіла в кінці процесу згоряння

У дизелів значення P_z перебуває в межах 6-10 МПа. Більше високі значення P_z ставляться до швидкохідних дизелів. $P_z = f(P_k, n)$.

Тому нас задовольняє значення $P_z = 9 \text{ МПа}$.

Визначаємо ступінь підвищення тиску:

$$\lambda = \frac{P_z}{P_c}$$

Температура T_z наприкінці процесу згоряння визначається з рівняння згоряння :

$$\frac{\xi \cdot H_u}{M_1(1 + \gamma)} + q_1 U_c + q_2 U_{oc} + 1,985 \cdot \lambda \cdot T = \mu(r_0 \cdot U_{oz} + r_d U_z + 1,985 \cdot T_z)$$

де: ξ_z – коефіцієнт активного тепловиділення в процесі видимого згоряння;

H_u – нижча теплопровідність палива;

q_1, q_2 – об'ємні частки повітря й продуктів закінченого згоряння в робочій суміші;

μ – коефіцієнт молекулярної зміни робочої суміші;

U_c і U_z – внутрішня енергії продуктів зробленого згоряння при температурі відповідно T_c і T_z ккал/кг моль;

M_1 – число кіломолей свіжого заряду, що припадає на 1 кг палива;

r_0, r_d – об'ємні частки продуктів згоряння й надлишкового повітря в продуктах згоряння.

За перевіреними даними для 4-х тактного дизеля $\xi = (0,7-0,85)$; ξ має менше значення для двигунів, що працюють з більшим числом обертів, так як зі збільшенням числа обертів двигуна в період очевидного згоряння за тієї ж швидкості реакції може виділитись менша кількість тепла.

Вибираємо $\xi = 0,75$

H_u – нижча теплопровідність палива, визначається за рівнянням Д.І.

Менделєєва:

$$H_u = 8100 \cdot C + 24600 \cdot H - 2600 \cdot Q, \quad \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{палива}}$$

Обчислюємо значення величин вхідних у рівнянні згоряння :

а) теоретично необхідна кількість повітря для повного згоряння 1 кг

$$\text{палива: } L_0 = \frac{1}{0,21} \left(\frac{C}{12} + \frac{H}{4} + \frac{Q_T}{32} \right), \quad \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{палива}},$$

б) число молей продуктів повного згоряння:

$$M_o = \frac{H}{4} + \frac{Q_T}{32} + L_o, \quad \frac{\text{кг} \cdot \text{моль}}{\text{кг} \cdot \text{палива}}$$

в) число кіломолей свіжого заряду:

$$M_1 = \alpha \cdot L_o, \quad \frac{\text{кг} \cdot \text{моль}}{\text{кг} \cdot \text{палива}}$$

г) число кіломолей продуктів згоряння 1 кг палива:

$$M_2 = M_o + (\alpha - 1)L_o, \quad \frac{\text{кг} \cdot \text{моль}}{\text{кг} \cdot \text{палива}}$$

д) коефіцієнт молекулярної зміни робочої суміші:

$$\mu = \frac{\mu_o + \gamma}{1 + \gamma},$$

е) коефіцієнт молекулярної зміни свіжої суміші:

$$\mu_o = \frac{\dot{I}_2}{\dot{I}_1} = \frac{1,07}{1,04} = 1,03,$$

ж) об'ємна частка надлишкового повітря в продуктах згоряння:

$$r_d = \frac{(\alpha - 1) \cdot L_o}{M_2}$$

з) об'ємна частка продуктів закінченого згоряння в продуктах згоряння:

$$r_0 = \frac{M_0}{M_2},$$

і) об'ємна частка повітря в робочій суміші :

$$q_1 = \frac{1 + r_d \cdot \gamma}{1 + \gamma},$$

к) об'ємна частка продуктів закінченого згоряння в робочій суміші:

$$q_2 = \frac{\gamma \cdot r_0}{1 + \gamma},$$

$$q_1 + q_2 = 1;$$

За таблицею визначаємо внутрішню енергію повітря U_c і продуктів згоряння U_{oc} при температурі :

$$t_c = T_c - 273 = 994 - 273 = 721^\circ C.$$

Оскільки температура t_c відрізняється від табличних значень , то U_c визначаємо шляхом лінійної інтерполяції. Знаходимо внутрішню енергію повітря для найближчих табличних значень температур:

$$\text{при } t_c = 700^\circ C ; U_{700} = 3746 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{моль}},$$

$$\text{при } t_c = 800^\circ C ; U_{800} = 4340 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{моль}}.$$

Різниці температур $100^\circ C$ відповідає різниця внутрішніх енергій:

$$U_{800} - U_{700} = 4340 - 3746 = 594 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{моль}}.$$

Різниці температур $721 - 700 = 21^\circ$ відповідає різниця внутрішніх енергій :

$$U_{721} - U_{700} = \frac{U_{800} - U_{700}}{100} \cdot 21,$$

$$\text{Звідки: } U_c = U_{721} = U_{700} + \frac{U_{800} - U_{700}}{100} \cdot 21, \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{моль}}.$$

Аналогічним шляхом визначається внутрішня енергія продуктів закінченого згоряння:

Приймаємо:

$$U_{0700} = 4193 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{моль}}$$

$$U_{0800} = 4872 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{моль}}$$

Для температури $t_c = 721^\circ\text{C}$ шляхом інтерполяції одержуємо:

$$U_{oc} = U_{0721} = U_{0700} + \frac{U_{0800} - U_{0700}}{100} \cdot 21, \quad \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{моль}}$$

Позначаємо ліву частину рівняння А та обчислюємо її:

$$A = \frac{\xi \cdot H_u}{M_1(1 + \gamma)} + q_1 U_c + q_2 U_{oc} + 1,985 \lambda T_c, \quad \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{моль}}$$

Позначаємо праву частину рівняння згоряння:

$$B = \mu(r_0 U_{oz} + r_d U_z + 1,985 T_z).$$

Тут невідома температура T_z і залежні від неї внутрішні енергії U_z і U_{oz}

Для рішення рівняння згоряння будуємо графік функції $B(t_z)$.

Приймаємо:

$$t_{z1} = 1400^\circ\text{C} (T_z = 1673^\circ\text{K}), U_{z1} = 8109 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{моль}}, U_{oz} = 9240 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{моль}}.$$

$$B_1 =, \quad \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{моль}}$$

Тому що $B_1 < A$ приймаємо друге значення температури $t_{z2} = 1700^\circ\text{C}$ ($T_{z2} = 1973^\circ\text{K}$),

$$\text{Тоді } U_{z2} = 10800 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{моль}}, U_{oz2} = 11540 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{моль}}.$$

$$B_2 =$$

Будуємо графік $B(t_z)$ і відклавши по осі ординат знаходимо температуру T_z (див. Додаток № 1):

$$t_z = 1510 \quad (T_z = 273 + 1510 = 1783^\circ\text{K})$$

Робимо перевірку правильності розрахунку. Припустимо, що внутрішня енергія повітря й продуктів згоряння при температурі

$$t_z = 1510^\circ\text{C}$$

$$U_{1510} = U_{1600} - \frac{U_{1600} - U_{1500}}{100} \cdot 90 = 9421 - \frac{9421 - 8763}{100} \cdot 90 = 8828,8 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{моль}}$$

$$U_{01510} = U_{01600} - \frac{U_{01600} - U_{01500}}{100} \cdot 90 = 10770 - \frac{10770 - 9990}{100} \cdot 90 = 10068 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{моль}}$$

Обчислюємо значення правої частини рівняння при температурі t_z :

$$B =, \quad \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{моль}}$$

Отримане значення відмінне від значення лівої частини на величину не перевищуючу погрішність побудови графіка $B(tz)$. Отже, рівняння згоряння вирішене правильно.

$$\text{Ступінь попереднього розширення : } \rho = \frac{M}{\lambda} \cdot \frac{T_z}{T_c} = \frac{1,029}{1,32} \cdot \frac{1783}{994} = 1,398.$$

На діаграмі розрахункового циклу наносимо крапку z_1 відповідному максимальному тиску P_z циклу , і крапку z відповідному кінцю підведення тепла в розрахунковому циклі маючи через що:

$$l_z = \rho l_c, \quad \text{мм}$$

2.4. Визначення параметрів робочого тіла в процесі розширення

З підвищенням обертів скорочується тривалість процесу розширення, у зв'язку із чим зменшується час контакту робочого тіла зі стінками циліндра й витоку газів через зазори між поршнем і циліндром. Оскільки всі ці явища впливають на напрямок зниження кількості тепла, що відводить від робочого тіла в процесі розширення, то зі збільшенням обертів колінчатого вала середній показник політропи розширення повинен зменшуватися. Більше низькі значення n_2 у високооберткових двигунів. Вибираємо $n_2 = 1,24$

Температура T_b визначається за формулою:

$$T_b = \frac{T_z}{\delta^{n_2-1}}, \quad ^\circ K$$

$$\text{де: } \delta = \frac{\varepsilon}{\rho}$$

δ – ступінь наступного розширення

Тиск P_B визначається:

$$P_B = \frac{P_z}{\delta^{n_2}}, \text{ МПа}$$

Знайдемо кілька проміжних значень для побудови політропи розширення.

Таблиця №2

$l, \text{мм}$	20	40	55	75	100	150	214.3
l_a/l_z	1	2	2,75	3,75	5	7,5	10,7
$(l_a/l)^{n_2}$	1	2,36	3,5	5,14	7,36	12,16	18,9
$P, \text{кг/см}^2$							

За результатами розрахунку будуємо політропу розширення.

2.5 Побудова діаграми дійсного циклу

1) Кут випередження впорскування палива $\varphi_{впр} = 28^\circ$ повороту колінчатого вала до в.м.т. (кут випередження впорскування палива лежить у межах $\varphi_{впр} = 10 - 40^\circ$).

При ранньому впорскуванні температура й тиск у циліндрі мають відносно низькі значення й фізико-хімічна підготовка палива до згоряння сповільнюється.

Занадто раннє впорскування палива підвищує втрати від недосконалості динаміки згоряння й негативно впливає на термін служби деталей двигуна .

При пізньому впорскуванні тиск і температура заряду в циліндрі встигають підвищитися й затримка запалення скорочується .

Кут випередження впорскування зростає зі збільшенням числа обертів або при застосуванні палива, яке мають погане займання.

2) Кут відповідного періоду затримки самозапалювання $\varphi_i = 10^\circ$

повороту колінчатого вала;

3) Кут відкриття випускного клапана повороту колінчатого вала до н.м.т.

За методом Ф.А. Брикса визначаємо положення точок С', С'' та b₁, на діаграмі.

$$\text{Візьмемо: } \lambda_\phi = \frac{1}{3,6}$$

Тоді:

$$\infty_1 = \frac{\varphi_\phi \lambda_\phi}{2} = \frac{\ell_n}{2} \cdot \frac{\lambda_\phi}{2} = \frac{200}{4} \cdot \frac{1}{3,6} = 13,9 \text{ мм}$$

Наносимо крапку O₁, з якої під кутами до осі абсцис, рівними куту випередження впрыскування палива, куту пересування (розширення) відкриття випускного клапана і т.ін. проводимо промені до перетинання з півколом.

Визначаємо відповідне положення поршня, якому на нейтралах шукані крапки С', С'' та b₁.

Закругляючи діаграму розрахункового циклу, одержуємо діаграми дійсного циклу.

Визначаємо площі F_p і F_o.

$$F_p = 4470 \text{ мм}^2;$$

$$F_o = 4290 \text{ мм}^2$$

$$\text{Коефіцієнт повноти діаграми: } f_H = \frac{F_o}{F_p} = \frac{4290}{4470} = 0,96$$

2.6. Визначення індикаторних й ефективних показників дизеля

За площею діаграми розрахункового циклу визначається середнє індикаторне тиску:

$$Pi_y^{(p)} = \frac{Fp}{\ell_h} mp, \quad \text{МПа}$$

Розрахунковий середній індикаторний тиск визначається:

$$Pi^{(p)} = \frac{Pc}{\varepsilon - 1} \left[\lambda(\rho - 1) + \frac{\lambda\rho}{n_2 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2-1}}\right) - \frac{1}{n_1 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_1-1}}\right) \right], \quad \text{МПа}$$

Дійсний середній індикаторний тиск Pi виходить множенням розрахункового $Pi^{(p)}$ на коефіцієнт повноти діаграми циклу:

$$Pi = Pi^{(p)} \cdot \varphi_n$$

Індикаторний к.к.д. і питома індикаторна витрата палива визначаються за формулами:

$$\eta_i = 1,985 \cdot \frac{M_1 \cdot Tk \cdot Pi}{Pk \cdot \eta_v \cdot Hu},$$

$$g_i = \frac{632}{Hu \cdot \eta_i}$$

Задаємося механічним к.к.д. т.к $\eta = f(N_c; n; P_k; i)$ приймаємо $\eta_m = 0,85$

$$P_e = Pi \cdot \eta_m, \quad \text{МПа}$$

$$g_e = \frac{g_i}{\eta_m}$$

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m$$

2.7. Визначення геометричних розмірів циліндра

Робочий обсяг циліндра визначається за формулою:

$$V_h = \frac{900 N_e}{P_e \cdot n_i}$$

Приймаємо: $S/D=1,1$

$$D = 100 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_n}{0,785 \cdot \frac{S}{D}}}, \text{ мм}$$

$$S = 1,1 \cdot D, \text{ мм}$$

Приймаємо: $D = 140 \text{ мм}$

Визначаємо робочий обсяг циліндра.

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S, \text{ л}$$

Отриманий робочий обсяг перевищує розрахункове значення. Отже, задана потужність забезпечується.

При отриманому обсязі:

$$N_i = \frac{10,058 \cdot 1,85 \cdot 8 \cdot 1500}{900} = 248 \text{ к.с.}$$

$$N_e = N_i \cdot \eta_m = 0,85 \cdot 248 = 211 \text{ к.с.}$$

Середня швидкість поршня:

$$C_m = \frac{Sh}{30}, \text{ м/сек}$$

Літраж двигуна:

$$V_L = i \cdot V_h, \text{ л}$$

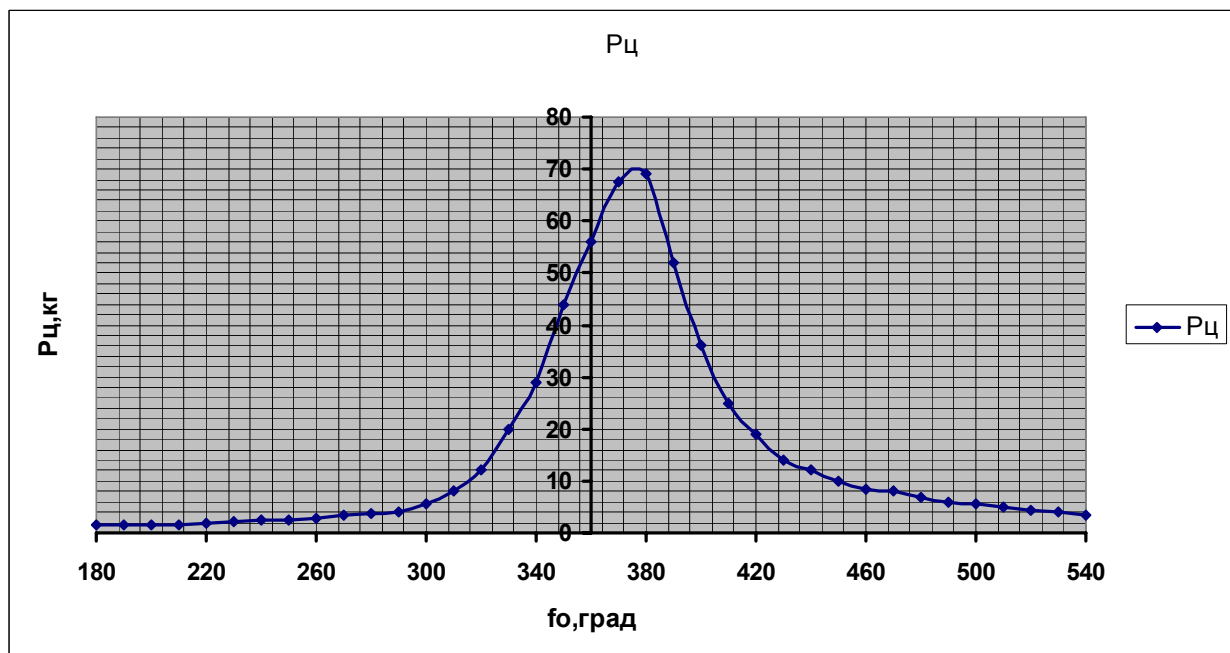


Рис. 2.1 - Индикаторна діаграма

Список літератури

1. Жележко Б.Е. и др.. Термодинамика, теплоотдача и двигатели внутреннего сгорания. – Минск: Высшая школа., 1985 – 271с.
2. Мартыненко В.И. и др. Теплотехника энергетических установок. – МО СССР, 1977 – 243с.
3. Орлина А.С. и др. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей. Москва. «Машиностроение», 1970 – 381с.
4. В.К.Терещенков, В.П.Морозов, Г.И.Волков и др “Источники первичные преобразователи энергии”.
5. Н.А.Иванов, В.П.Морозов, Л.П.Патенко “Дизельные двигатели электростанций” Тепловой и динамический расчет.

ЗМІСТ

§ 1.1.	ЗАГАЛЬНА БУДОВА Й РОБОЧИЙ ЦИКЛ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ.....	3
§ 1.2.	КРИВОШИПНО-ШАТУННИЙ МЕХАНІЗМ.....	8
§ 1.3.	МЕХАНІЗМ ГАЗОРОЗПОДІЛУ.....	14
§ 1.4.	СИСТЕМА ОХОЛОДЖЕННЯ.....	26
§ 1.5.	СИСТЕМА МАЩЕННЯ.....	33
§ 2	ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК ДВИГУНА.....	45
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	58

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Двигуни внутрішнього згоряння» (для студентів 4 курсу усіх форм навчання за напрямом підготовки 6.050702 – «Електромеханіка»)

Укладачі: Василь Хомич Далека,
Денис Юрійович Зубенко

Відповідальний за випуск М.А. Голтв'янський

Редактор Д. Ф. Курильченко

План 2007, поз. 302

Підп. до друку 12.03. 2008
Друк на ризографі
Тираж 100 пр.

Формат 60×84 1/16
Ум. друк.арк. 2,4
Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 731 від 19.12.2001